

Př

PŘÍRODOVĚDCI.CZ

TÉMA ČÍSLA

Savci

Magazín Přírodovědecké fakulty
Univerzity Karlovy 03/2021

Znáte savce?

8

Záhadný Dehnelův fenomén

14

Savci Somalilandu

32

STAŇ SE PŘÍRODOVĚDCEM NA KARLOVCE!

STUDUJ NA PŘÍRODOVĚDECKÉ
FAKULTĚ UNIVERZITY KARLOVY.

PODEJ SI PŘIHLÁŠKU DO **28. 2. 2022**

A STAŇ SE PŘÍRODOVĚDCEM!

#zažijpřf

PŘIJĎ SI K NÁM PRO
VZDĚLÁNÍ V OBLASTECH:

Biologie

Chemie

Životní prostředí

Geografie

Geologie



Přírodovědcem.cz



PŘÍRODOVĚDECKÁ
FAKULTA
Univerzita Karlova



MILÍ ČTENÁŘI,

povědomost o tom, co jsou savci a jaké jsou jejich zvláštnosti máme od prvních let našeho života. Již dvouleté dítě má v tomto ohledu nemalé zkušenosti a dobře ví, že s někým, kdo netuší, co je kočička, pejsek, medvídek či myška, se nedá bavit ani o ničem jiném.

Savci jsou zkrátka zvířata, o nichž toho víme jaksí automaticky víc než o jiných. Snad i toto přesvědčení přispělo k tomu, že soustavným výzkumem savců se v Evropě až do poloviny minulého století vlastně téměř nikdo nezabýval. S nástupem poválečné generace přírodovědců se však i u nás situace dramaticky změnila – opomíjená skupina se dostala do centra pozornosti a jedním z nejvýznamnějších evropských center moderního výzkumu savců se záhy stala i naše fakulta.

Příspěvky tohoto čísla naznačují, že tomuto závazku se snažíme dostát i dnes. Připomínají také, že i dnes, kdy se o zvířatech, jako jsou savci, ví na první pohled už skoro všechno, se vyplatí nespolehat příliš na čítankové databáze a pro poučení se vydat raději do přírody a k zvířatům samým. Už kvůli sobě a poznání, jak mnoho nám savci – naši nejbližší příbuzní – říkají i o nás.

prof. RNDr. Ivan Horáček, CSCE
katedra zoologie

Obsah



CO NOVÉHO

- 4 | Předobraz zkázy Sodomy?
- 6 | Zhojené oko českého trilobita
- 7 | Albertov na cestě k budoucnosti

TÉMA – SAVCI

- 8 | Znáte savce?
- 12 | Ze souše do hlubin moře
- 14 | Záhadný Dehnelův fenomén
- 16 | Kdopak to hvízdá?
- 18 | Pohřebiště savců ze třetihor
- 20 | Kde by se u nás líbilo zubrům?
- 22 | Chytří lovci pod hladinou
- 24 | Neveselá sloní odysea

ROZHOVOR S PŘÍRODOVĚDCEM

- 26 | Češi na Kamerunské hoře

PŘÍRODOVĚDCI UČITELŮM

- 28 | „Drž si balanc“

STUDENTI

- 29 | Ocenění doktorandi naší fakulty
- 29 | Přírodovědci sobě v menze

KULTURA

- 30 | Intimní život rostlin

NAŠE PUBLIKACE

- 31 | Průvodce po konfliktech Evropy
- 31 | Člověk a ekosystémy

PŘÍRODOVĚDCI OBRAZEM

- 32 | Savci Somalilandu

PŘÍRODOVĚDA AKTUÁLNĚ

- 36 | Adaptace rostlin na toxické půdy

TIP NA VÝLET

- 37 | Pastvina divokých koní

VYZKOUŠEJTE SI DOMA

- 38 | Mramorové mléko

3 | 2021 | ROČNÍK X.

NÁZEV

Přírodovědci.cz – magazín
Přírodovědecké fakulty Univerzity
Karlovy

PERIODICITA

Čtvrtletník

CENA

Zdarma

DATUM VYDÁNÍ

24. 11. 2021

NÁKLAD

3 000 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 Andrlé, Ph.D.
michal.andrle@natur.cuni.cz

KOREKTURY

imprimis

GRAFIKA

Štěpán Bartošek

TISK

Trianglprint

ILUSTRACE NA OBÁLCE

Dva inteligentní savci – delfin skákavý
(*Tursiops truncatus* – Dusty) a člověk
rozumný (*Homo sapiens* – Petr Jan
Juračka). Foto: George Karbus

VYDAVATEL | ADRESA REDAKCE

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta
Albertov 6, 128 43 Praha 2
IČO: 00216208 | DIČ: CZ00216208

www.natur.cuni.cz

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

© Přírodovědecká fakulta
Univerzity Karlovy 2021

Předobraz zkázy Sodomy?

Záhadná katastrofa v době bronzové na pět set let vylidnila část údolí Jordánu

MICHAL ANDRLE



▲ Západo-jihozápadní pohled na lokalitu Tall el-Hammam s vyznačením umístění paláce a chrámu. Mrtvé moře je v pozadí vlevo. *Zdroj Wikimedia Commons, autor Deg777 – vlastní dílo, CC BY-SA 4.0*

Lokalita Tall el-Hammam v dnešním Jordánsku byla v době střední doby bronzové kvetoucím civilizačním centrem, které svou velikostí a počtem obyvatel až čtyřikrát převyšovalo např. známější nedaleké Jericho, či dokonce Jeruzalém. Podobně jako další sídla v okolí Jordánu jej však čekal nemilý osud – okolo roku 1600 př. n. l. se po této civilizaci na dlouhých 600 let slehla zem. Co přivedilo na dlouhá staletí zkázu této oblasti? A mohla být tato katastrofa předobrazem zkázy biblické Sodomy? Odpovědi hledal mezinárodní tým archeologů, geologů a dalších odborníků, jehož členem byl i doc. Günther Kleetschka z Přírodovědecké fakulty UK.

ÚRODNÉ ÚDOLÍ

Oblast Jordánského údolí se nachází na tektonickém zlomu mezi africkou a arabskou litosférickou deskou. Spodní

vrstvu tvoří karbonské sedimenty, na nich jsou vrstvy vyvřelin (bazaltu), dále pak vrstvy břidlic a zcela nahoře je tzv. aluvium, tedy nejrůznější náplavy. Ve vrchní části je řeka, která tvoří nasáklou vrstvu půdy, tzv. aquifer, s řadou vedlejších pramenů, a existovalo zde dokonce i velké jezero.

Souhrn těchto charakteristik vytváří příhodné podmínky pro zemědělství, podobné např. egyptským, kde také existuje zemědělská půda obklopená pouští. Proto byla tato oblast dlouhodobě zemědělsky využívána, což vedlo k hromadění úrody a následně k vytvoření opevněných lidských sídel. Civilizační vrchol zažila tato oblast ve vrcholné době bronzové, kdy v této oblasti existovala tři významná sídla: největší Tall el-Hammam a dále Tall Nimrin a Jericho. Žilo zde okolo 50 000 lidí.

OBŘÍ ZKÁZA

Archeologické práce, které v Tall el-Hammam probíhají od roku 2005, postupně naznačovaly, že zkáza města, k níž došlo na konci střední doby bronzové, musela mít velmi zvláštní příčinu. Hradby, které obklopovaly město, byly v jedné části jakoby „ustřižené“, podobný vzorec je patrný i u výškového paláce, který se nacházel uvnitř města. Hlavním materiálem staveb byly sušené cihly, které mají na povrchu znatelné stopy působení vysokých teplot. Mezi nimi bylo nalezeno také mnoho kostí, které byly neobvyklým způsobem rozdrčeny.

Z toho důvodu kontaktovali archeologové mezinárodní skupinu vědců, která se dlouhodobě zabývá analýzou míst, jež v minulosti prošla teplotními a destruktivními změnami v důsledku dopadu mimozemského tělesa. Tito

vědci pocházejí většinou z nejrůznějších institucí ve Spojených státech, členem skupiny je ale také geofyzik Günther Kletetschka z PŘF UK, který se studiu této problematiky dlouhodobě věnuje s využitím analýz magnetických vlastností nalezených hornin.

Vědecká část výzkumu se z velké části zabývala tím, jak příslušné materiály reagují na vysoké teploty, a snažila se sestavit jistou škálu, která by umožnila nakalibrovat, za jakých teplot mohlo k podobným změnám materiálů dojít. Ukázalo se, že velká část vzorků byla tavena za vysokých teplot, a zhruba 18 % bylo taveno dokonce teplotou nad 2000 stupňů Celsia! Mimo to byly v příslušné vrstvě zaznamenány i materiály, které se v zemské kůře vyskytují velmi málo, např. těžké kovy jako zlato, platina či iridium, a to ve stavu taveniny.

Analýza ukázala, že zastoupení těchto kovů odpovídá poměrům těchto prvků, jaké se vyskytují v meteoritech či kometách. Další stopou byla přítomnost tzv. šokových křemenů, tedy křemene se zvláště deformovanou krystalickou mřížkou. K takové deformaci je zapotřebí velká energie odpovídající impaktu či nukleární explozi. Všechny tyto indicie vedly vědecký tým k myšlence, že mohlo jít právě o stopy impaktu mimozemského tělesa.

JAKO V TUNGUSCE?

Dopad mimozemského tělesa by ale zanechal stopu v podobě impaktního kráteru, který však na místě zcela chybí. Günther Kletetschka a jeho

► Všech šestnáct hlavních osídlených míst a cca sto vesnic v jižním údolí Jordánu bylo opuštěno v době okolo 1650 př. n. l. Tall el-Hammam bylo znovu osídlen o zhruba 600 let později.

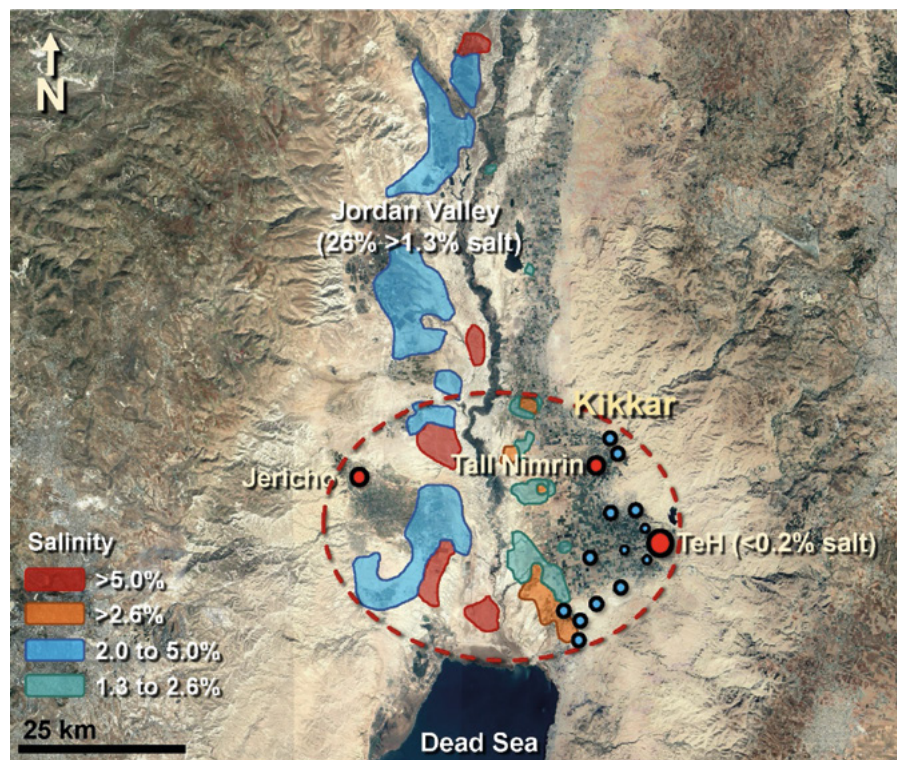
Ždroj původní článku

kolegové se však již s podobným vzorcem setkali – při výzkumu tunguské události. Předpokládají, že zde došlo k jevu, jemuž říkají anglicky „airburst“, tedy výbuchu porézního tělesa v zemské atmosféře. Při něm je materiál velmi rychle nasát ze země, roztaven a poté „prší“ zpět v podobě drobných částíček. Tento mechanismus by také vysvětlil „odstřižení“ hradeb a paláce města a rovněž selektivní poničení města z jedné strany.

Stále však bylo nutné vyloučit jednu možnost – a to zda horniny nebyly nataveny jinou mocnou přírodní silou pozemského původu, blesky. Tato práce patří k jedné ze specializací doc. Kletetschky, kterou si přinesl z dob svého působení v laboratořích NASA v Novém Mexiku. Jde o analýzu materiálů z hlediska jejich magnetismu. Ví se totiž, že horniny, které jsou nataveny úderem blesku, jsou magneticky nasycené,

tedy že jejich magnetismus dosahuje maximální možné míry. Ukázalo se však, že vzorky natavených hornin byly magneticky nasycené asi z 1 %, a zásah blesku bylo tedy možné vyloučit. Teorii exploze v atmosféře tedy odporuje čím dál méně faktů.

Existují možné paralely s tunguskou událostí? „Podobné je, že se zde stejně jako v Tungusce vyskytují tzv. mikrosferule, tedy kuličky nataveného materiálu o velikosti méně než desetinu milimetru, které vznikají za vysokých teplot. S tunguskou událostí spojuje toto místo i absence kráteru za přítomnosti jiných, poměrně zřetelných stop po impaktu mimozemského tělesa. Připočteme-li k tomu svědectví ve starohebrejské literatuře, která mohla být ozvěnou delší orálně předávané tradice, zdá se být představa o explozi mimozemského tělesa poměrně dobře podložena,“ uzavírá doc. Kletetschka z PŘF UK. ●



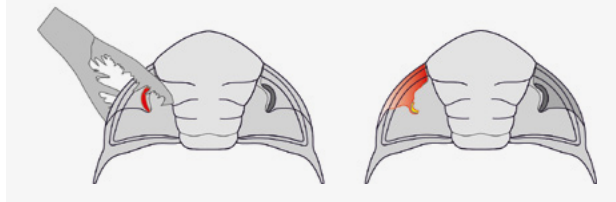
Zhojené oko českého trilobita

Nejstarší doklad aktivity kmenových buněk při regeneraci

MICHAL ANDRLE

Fosilizované zbytky trilobitů vykazují poměrně často nej-různější poranění způsobená parazity či ataky predátorů. Exemplář svrchně ordovického druhu *Dalmanitina socialis*, pocházející z Berounska se právě díky svému poranění stal předmětem mimořádné pozornosti vědců: podle všeho jde v jeho případě o první známé využití kmenových buněk při regeneraci orgánu. Studii, nedávno publikovanou v odborném paleontologickém časopise *International Journal of Paleopathology*, zveřejnili čeští vědci pod vedením profesora Oldřicha Fatky z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy.

V současné době hrají v paleontologii významnou roli tzv. lagerstätte, tedy lokality s výjimečným způsobem zachování organismů, a to včetně např. měkkých tkání. Již v 50. letech 19. století byly od nás z letenského souvrství pozdního ordoviku (stáří cca 450 milionů let) popsány první trilobiti, u nichž nalezneme takové zachování. „Při revizi sbírkového materiálu, který je v Národním muzeu v Praze, v *Naturhistorisches Museum Wien* a v *Museum für Naturkunde Berlin*, jsme se dozvěděli, že exempláře s výjimečným způsobem zachování jsou v těchto vrstvách častější. Proto jsme se rozhodli podat žádost o grantovou podporu GA ČR na výzkum této vrstvy. V rámci grantu jsme provedli jak revizi již existujícího materiálu, tak nové výkopové práce na řadě různých lokalit,“ komentuje počátky vědeckého zájmu profesor Fatka.



V rámci revizí se pak soustředili především na trilobity, a to zejména na druh *Dalmanitina socialis*. Při tom se ukázalo, že zhruba 30 z prozkoumaných trilobitů tohoto rodu vykazuje vyhojená zranění způsobená predátorem. Většina útoků byla patrná na ocasních štítech, trupech, ale i na hlavě. A jeden kus, který pocházel ze sbírky dalšího ze spoluautorů studie, Ondřeje Zichy, vykazoval velmi specifické poranění – poranění oka. Regenerace oka je u trilobitů velmi ojedinělý nález, celosvětově ji u všech popsanych druhů vykazuje maximálně 10 exemplářů.

Podrobné rozkreslení tohoto poranění a srovnání s nezraněnými exempláři téhož druhu ukázalo, že počet omatidií, tedy „oček“, z nichž je složen, je u regenerovaného oka zhruba třetinový, a ani jejich uspořádání není ideální. Povrch

◀ Nahoře snímek fosilie, vlevo dole – předpokládaný vznik poraněného oka, vpravo dole – současný stav po regeneraci levé strany. Zdroj: původní článek

hlavové části byl tedy poškozený, ale zregenerovaný, ovšem nikoliv do původní podoby.

Při další analýze tohoto jevu se vědci snažili využít tzv. aktuopaleontologický princip, tedy hledání analogií mezi jevy minulými a současnými organismy. „Při studiu literatury jsme objevili studii italského týmu vedeného dr. Venturou, který v roce 2019 popsal regeneraci oka u recentních krevet. Tato

studie ukázala, že při postupném svlékání oko postupně dorůstá, ale nikoliv již přesně do původního tvaru,“ vysvětluje profesor Fatka. Výsledný tvar je srovnatelný s tím, co pozorujeme u poraněného trilobita r. *Dalmanitina*.

Způsob regenerace, který italská biologové našli u současných korýšů (krevet), je tzv. regenerací blastémovou. Jde o regeneraci prostřednictvím nediferencované tkáně (blastémy), která obsahuje pluripotentní buňky, a kterou si většina živočichů uchovává pouze v raných stádiích svého vývoje. Skupina doktora Ventury, která tyto experimenty prováděla, ve své práci navíc rovnou předpověděla, že tento regenerační mechanismus by měl být v živočišné říši k dispozici posledních cca 520 milionů let, před nimiž se poprvé vyvinulo složené oko členovců. Zdá se, že právě český tým předložil důkaz správnosti této teorie. ●

Albertov na cestě k budoucnosti

Proběhlo slavnostní poklepání základního kamene nového kampusu

Na pražském Albertově se 18. října 2021 konal slavnostní ceremoniál poklepání základního kamene Kampusu Albertov – Biocentrum, Globcentrum, kterého se vedle děkana PŘF UK prof. Jiřího Zimy a zástupců Univerzity Karlovy a projektantů zúčastnili také náměstci ministerstva školství a ministerstva průmyslu a obchodu, starostka městské části Praha 2 či vedoucí Zastoupení Evropské komise v ČR. Kampus bude určen pro výuková a vědecká centra pracoviště Přírodovědecké, Matematicko-fyzikální a 1. lékařské fakulty.

Tento slavnostní ceremoniál navázal na vydání územního rozhodnutí, klíčového dokumentu v rámci výstavby, které Kampus Albertov obdržel v letních měsících letošního roku.

Kampus Albertov bude obsahovat dva hlavní objekty – Biocentrum a Globcentrum. Ty jsou koncipovány jako místa excelentního vysokoškolského vzdělávání všech stupňů, která by měla vytvořit inspirativní prostředí a odpovídající podmínky pro studenty a odborníky nejenom z celé ČR, ale i ze zahraničí. Tomu samozřejmě musí odpovídat nejenom funkčnost vlastních budov jako takových, ale i jejich přístrojové vybavení.

„Dostavba kampusu na Albertově je aktuálně nejdůležitějším projektem Univerzity Karlovy. Jedná se o bezkonkurenčně největší investici českého státu a největší výstavbu UK v centru hlavního města Prahy za posledních 100 let. Před několika měsíci jsme obdrželi velice důležité územní rozhodnutí, díky kterému dnes můžeme slavnostně celou stavbu zahájit. Pevně věřím, že bude dodržen harmonogram a kampus bude dostavěn



v roce 2025, aby o rok později mohl přivítat studenty a vědecké pracovníky”, uvedl prof. MUDr. Tomáš Zima, DrSc., rektor UK.

„Rozvoj Albertova má moji plnou podporu. Je to významné místo Dvojky s bohatou historií a jsem ráda, že i s budoucností. Jako starostka Prahy 2 mám na starosti školství a dělám vše pro to, aby se u nás skvěle studovalo. Byli to právě studenti, kteří zde na Albertově odstartovali sametovou revoluci a na to nesmíme zapomínat. Je dobře, že jejich další generace bude mít v novém Kampusu moderní zázemí srovnatelné s evropskými univerzitami. O důvod

víc, prodloužit si mládí studiem v naší krásné Praze,” doplnila Mgr. Jana Černochová, starostka Prahy 2.

Budovy Biocentrum a Globcentrum by se podle předpokladů měly studentům a vědcům otevřít v roce 2026 (dostavba 12/2025, zahájení výuky 09/2026). Biocentrum se bude věnovat poznávání živých systémů pro potřeby lidského zdraví, nových biotechnologií a ochrany biodiverzity. Výzkum v Globcentru bude zaměřen na jednotlivé aspekty globálních změn. Jde například o dynamiku klimatických změn planety, změny rozšíření organismů, přírodní ohrožení rizika nebo dynamiku šíření živočišných druhů i vegetace. ●

Znáte savce?

Biologická třída,
k níž patří i člověk,
je barvitější, než
mnozí z nás tuší

RADEK K. LUČAN



◀ **Několikrát v průběhu evoluce pronikli savci i pod vodní hladinu a stali se z nich tvorové připomínající ryby. Kromě dobře známých kytovců a ploutvonožců tak ze současných skupin učinili ještě zástupci sirén, které jsou příbuzné např. se slony. Na obrázku je kapustňák širokonosý (*Trichechus manatus*) obývající moře při pobřeží střední a jižní Ameriky. Zdroj Shutterstock.com**

„Konkrétní zástupci této skupiny mohou mít zobák a rodit se z vajec, jiní žijí ve společenstvích, kde většina kolonie je tvořena nerozmnožujícími se dělníky a dělnicemi, další fungují jako význační opylovači řady druhů rostlin a ještě jiní dokážou v letu chytat ryby.“ Dovedete si tyto vlastnosti spojit se skupinou obratlovců, jíž jsme i my, lidé, nedílnou součástí – tedy se savci? Asi jen málokdo. Přesto se uvedený výčet vlastností savců skutečně týká a dobře tak demonstruje, jak je uvedená skupina zvířat, o které si mnozí myslí, že ji dobře znají, neskutečně různorodá. Na některé z nich se proto nyní podíváme blíže.

SPOLEČNÉ ZNAKY

Co tedy vlastně spojuje všechny savce a jak se liší od jiných skupin obratlovců? Asi nepřekonatelnou odpověď na otázku „Co jsou savci?“ (alespoň z pohledu malého dítěte) dal před lety v úvodní kapitole věnované této skupině v Grzimekově Encyklopedii zvířat profesor Ivan Horáček z pražské přírodovědecké fakulty: „Savci jsou chlupatá čtyřnohá

▶ **Rypoš lysý (*Heterocephalus glaber*) nabourává představu o tom, jak má vypadat savec. A to nejen svým vzhledem, ale také skutečností, že žije v koloniích, kde se rozmnožuje jen jeden dominantní pár, a ostatní příslušníci fungují jako dělníci či dělnice, což připomíná spíše uspořádání známá u eusociálního hmyzu. Foto Hynek Burda**

zvířata s tvářemi.“ V této zdánlivě banální, až úsměvné definici jsou ve skutečnosti nějakým způsobem zahrnuty dva ze tří unikátních znaků, které savce definují – a sice fakt, že mají srst a že mláďata se živí sáním mateřského mléka. K tomu totiž používají, mimo jiné, kožní řasu pokrývající jejich ústní dutinu, tedy tváře.

Tím třetím unikátním znakem, na rozdíl od dvou předešlých skrytým, je existence tří sluchových kůstek (kladívko, třmínek a kovadlinka) ve středním uchu. Ani ta čtyřnohost není až tak triviální, neboť čtyři nohy mají sice i ostatní čtyřnožci, ovšem způsob, jakým jsou končetiny ke kostře uchyceny, a od toho odvozený charakteristický typ pohybu jsou u savců opět unikátní – i na velkou vzdálenost tak dokážeme rozlišit, zda nám přes cestu přeběhl varan, či nějaký podobně velký savec.

SAVEC Z VAJEC?

Jednou z dalších charakteristik savců je, že rodí živá mláďata. Ta se rodí

různě vyvinutá a stupeň vývinu, ve kterém mláďata přicházejí na svět, se mezi třemi současnými savcími liniemi výrazně liší. Zatímco u placentálů (Placentalia, cca 6 100 recentních druhů) se mláďata rodí poměrně dobře vyvinutá, u vačnatců (Marsupialia, cca 370 druhů) jsou novorozenci výrazně méně vyvinutí a na dokončení vývoje se přesouvají do vaku, podle kterého se celá skupina jmenuje. Klokaní „kapsu“ zná ostatně každé malé dítě.

Jak přichází na svět pět druhů zastupujících třetí a poslední současnou skupinu savců, nazvanou odborně Monotremata, zcela dostatečně ilustruje už její český název – vejcorodí. Ježury a ptakopysk, kteří tuto skupinu, obývající Austrálii a Novou Guineu, zastupují, snášejí jedno až tři vejce pokrytá kožovitým obalem, která následně zhruba dva týdny zahřívají, dokud se mláďata s pomocí mléčného zubu nevyklubou na svět. Tento z dnešního pohledu ptačí způsob rozmnožování je ovšem znakem, který vejcorodí savci zřejmě zdělili po



dávno vymřelých liniích blanatých obratlovců (Amniota), jakými byli například cynodonti, kteří se objevili už koncem prvohor.

(NE)STÁLÁ TĚLESNÁ TEPLOTA

Udržování víceméně konstantní tělesné teploty nezávislé na teplotě okolí (homoiotermie) je charakteristické nejen pro savce (zhruba 37 °C), ale i pro ptáky (41 °C) a měli je zřejmě již některé vyhynulé linie amniot, jako například ichtyosauři, plesiosauři či pterosauři. Ne všichni savci však udržují konstantní tělesnou teplotu po celý život. Její výrazné kolísání směrem k nízkým hodnotám (heterotermie), spojené rovněž s tělesnou strnulostí (tzv. torpor), se vyvinulo v důsledku kolísání dostupnosti potravy, typicky spojenému se sezonalitou klimatu, hned u několika savčích linií. Nejdále to v tomto směru dotáhli zástupci skupin, kteří patří mezi tzv. pravé hibernanty.

Zatímco třeba pro člověka je delší podchlazení již o několik stupňů letální (smrtelné), někteří netopýři, hlodavci či hmyzožravci tráví téměř celou zimu při tělesné teplotě i o více než 30 °C nižší,

než je jejich běžná teplota „provozní“. Většina takto hibernujících savců si pro přečkání zimy vybírá úkryty, kde se teplota pohybuje nad bodem mrazu. Rekordmanem je v tomto směru zřejmě severoamerický syseľ Parryův (*Spermophilus parryi*), který žije v oblastech, kde zimní teplota padá i k minus třiceti stupňům, a jeho tělesná teplota během hibernace může klesnout až k -3 °C!

ROZMACH V DOBĚ DINOSAURŮ

Na základě rostoucího množství fosilních nálezů je stále jasnější, že tradiční představa o tom, že až do konce druhohor žili savci ve stínu dinosaurů, kteří nějakým způsobem rozvoji savců bránili, byla spíše mýtem vzniklým z dobového nedostatku dokladů. Přestože za věk savců je tradičně označováno až období třetihor, zahrnující posledních zhruba 65 milionů let, nejnovější souborné analýzy naznačují, že třetihorní savčí radiaci předcházely přinejmenším dvě radiace obdobně rozsáhlé.

Ta první se odehrála již v juře před zhruba 180 miliony lety a týkala se nejstarších forem skutečných savců a jejich přímých předchůdců (tzv. mamaliaformních amniot). Ta druhá –



zhruba o 90 milionů let později, krátce po vzniku kvetoucích rostlin – zahrnovala linie bližší vačnatcům. V obou těchto epochách se u zcela nepříbuzných linií vyvinula z drobných pozemních hmyzožravých předchůdců řada specializovaných forem býložravých stromových, podzemních, vodních, skákavých, či dokonce využívajících pasivního letu (podobně jako dnešní letuchy a poletuchy).

Hlavní příčinou podceňování významu druhohor pro rozvoj savců byla skutečnost, že fosilní doklady z tohoto období jsou z pochopitelných důvodů výrazně vzácnější a méně kompletní a že většina popsaných linií nemá ve srovnání s nejmladší radiací přímou návaznost na moderní linie, které se na Zemi vyskytují i dnes. Naprostá většina současných linií je skutečně doložena až z období po velkém vymírání na konci křídly a v mnoha

◀ **Ptakopysk podivný (*Ornithorhynchus anatinus*) sice klade vejce a má zobák, ale má srst, mláďata se živí mateřským mlékem a ve středním uchu má 3 sluchové kůstky, což jej bez dalších pochybností řadí mezi právoplatné savce.**
Zdroj Shutterstock.com





◀ Při pohledu na obrázek zadních nohou by jen málokdo hádal, že patří savci. O to bizarnější je, že jde o savce, který se živí rybami, jež chytá v letu! Rybožer větší (*Noctilio leporinus*) je totiž jihoamerický rybožravý netopýr. Foto Radek Lučan

letouny už jen u členovců, pterosaurů a ptáků). A schopnost létat se zdá být velmi výhodná. S téměř 1 400 druhů představují totiž letouni v současnosti po hlodavcích (2 500 druhů) druhý nejpočetnější savčí řád a z pohledu potravních strategií ten zřejmě vůbec nediverzifikovanější: kromě forem, které se živí bezobratlými či drobnějšími obratlovci, zde najdeme i formy býložravé a nektarozravé, plnicí roli klíčových opylovačů stovek druhů rostlin v tropech Starého i Nového světa.

Zde se dostáváme i k oněm ryby lovícím létajícím savcům z úvodu – jihoameričtí netopýři rybožerové (rod *Noctilio*) a minimálně jeden druh z čeledi netopýřovitých (Vespertilionidae) jsou skutečně specializováni na lov ryb! Zatímco všechny tyto potravní adaptace lze najít

i u hlodavců či jiných savců, krvežravost (sanguivorie) je opět unikátní pouze u letounů. Tři druhy jihoamerických upírů se skutečně živí výlučně krví jiných obratlovců (savců a ptáků).

DOMINANTNÍ POSTAVENÍ

Nepřeberná diverzita morfologických, behaviorálních i jiných adaptací činí ze savců ústřední hráče důležitých rolí v ekosystémech. Dobrým příkladem je přetváření struktury vegetace a potažmo celého krajinného rázu u stádových kopytníků v několika typech biotů, z nichž nejznámějším jsou savany, dobře viditelné i z vesmíru. Z vesmíru je rozzeznatelná i největší bobří hráz, objevená v r. 2007 v Kanadě. Jeden druh savce však v tomto směru v poslední době dospěl tak daleko, že se stal zřejmě zcela nejvýznamnějším ekosystémovým inženýrem v celé historii, přičemž jeho aktivita např. v objemu transportovaného materiálu v současnosti svým rozsahem přesahuje přírodní geologické procesy a byla kvůli němu zavedena nová geologická éra zvaná antropocén. Schválně, zda uhodnete, o který druh se jedná... ●

AUTOR PRACUJE NA KATEDŘE ZOOLOGIE

případech je fosilní záznam tak pestrý, že v něm lze krásně vysledovat plynulou kontinuitu až k současným formám. Ve srovnání s oběma druhohorními radiacemi však při té nejmladší vznikly výrazně větší formy – vždyť nejtěžší zvíře, které kdy na naší planetě žilo, je recentní plejtvák obrovský (až 150 tun), jehož váhu nepřebije ani *Argentinosaurus huinculensis*, největší známý dinosaur, který vážil kolem 100 tun.

SAVCI VZDUCHOPLAVCI

Asi největší inovací třetihorní radiace savců z pohledu ovládnutí ekologického prostoru byl rozhodně vznik aktivního letu u letounů (Chiroptera), neboť tato schopnost vznikla v evoluci všech živočichů jen čtyřikrát (mimo

► Je málo známou skutečností, že savci patří v některých oblastech k významným opylovačům a zároveň hrají nezastupitelnou roli při rozšiřování semen. Nejvýznamnějšími jsou v tomto ohledu letouni, z nich pak ve Starém světě zástupci čeledi kaloňovitých. Na obrázku je velký kaloň pobřežní (*Pteropus hypomelanus*) a jeden z nejmenších kaloň malý (*Macroglossus minimus*). Foto Radek Lučan





Ze souše do hlubin moře

Pozoruhodný příběh zrodu (nejen) nejmohutnějších pozemských savců

TEREZA MATĚJKOVÁ

Kytovci patří svým tvarem těla a způsobem života mezi nejpodivnější savce. A tak není divu, že si vědci dlouho nebyli úplně jisti, kteří současně žijící savci jsou jejich nejbližšími příbuznými. Nicméně už v roce 1883 srovnával jistý pan William H. Flower (kromě jiného) trávicí a dýchací orgány kytovců a sudokopytníků a dospěl k závěru, že tyto dvě skupiny jsou si blízce příbuzné.

Tehdy ale tomuto názoru nikdo nevěnoval moc pozornosti, protože se ve svém výzkumu zabýval jen měkkými tkáněmi. A z těch se nedala získat dostatečně „tvrdá“ data. Ta přišla až s molekulárními studiemi, které v 90. letech 20. století hypotézu pana Flowera několikrát potvrdily. V roce 1999 pak byla dokonce utvořena skupina *Whippomorpha* (whale + hippo), která je dodnes široce přijímaná a naznačuje, že kytovci nejsou nic jiného než vnitřní skupina sudokopytníků, kteří se dopachtili do

vody a na břehu nechali předky svých vzdálených bratranců – hrochů.

KOTNÍK JAKO DŮKAZ

Zatímco molekulární biologie měla o kytovcích jasno, fosilní důkazy chyběly. Ne snad že by se žádní fosilní kytovci do té doby nikde nenašli, ale příbuznost mezi kopytníky se určuje především na základě kotníkového kloubu (tzv. astragalu), který se ve fosilním záznamu špatně zachovává a současní kytovci ho nemají vůbec. K čemu by jim taky byly v moři kotníky, že?

Bomba přišla v roce 2001. Na pomezí Indie a Pákistánu byla nalezena fosilie rodu *Pakicetus*, která měla kotníky zachované! A nejen to, kotníkové kosti měly všechny znaky, které nacházíme u sudokopytníků. Kopytníci tráví většinu svého života v pohybu a na to jsou specializované i jejich kotníky. Nález „běhacího“ kotníku u fosilie, která ales-

poň částečně žila vodním životem a tolik se nenaběhala, tak očividně ukazuje na to, že „běhací“ kotník byl zděděn od předků, spíše než že by u nich vznikl coby evoluční novinka.

Z INDIE DO SVĚTA

Jak se to tedy stalo, že ze savců, kteří běhali po souši, vznikli živočichové jako plejtvák obrovský nebo delfínovec ganžský? Naši krátkou exkurzi evolucí velryb začneme v době před 52 miliony lety na severním okraji Indie. V té době se již Indie odtrhla od Afriky a svištěla vstříc Asii, se kterou se za chvíli srazí za vzniku Himálaje. Zatím se tak ale ještě nestalo a mezi Indií a Asií se rozkládá teplé moře Tethys, na jehož břehu začíná náš příběh.

Zde se potkáváme s nám již známým rodem *Pakicetus*, jehož fosilie naznačuje, že dokázal plavat vlněním celého těla. Izotopové analýzy zubního enamelu

◀ Dva zástupci skupiny Whippomorpha – hroch obojživelný (*Hippopotamus amphibius*) a keporkak (*Megaptera novaeangliae*). Zdroj Shutterstock.com

odhalily, že se *Pakicetus* živil ve sladkých vodách. Ve stejné době na stejném místě už ale nacházíme i rod *Ambulocetus*, který občas zabrousil i do moří. Zdá se, že *Ambulocetus* trávil hodně času ve vodě, ale živil se především suchozemskou kořistí. Pravděpodobně tak byl jakousi savčí analogií plazích krokodýlů.

Poslední skupina poloakvatických předchůdců velryb, jejímž zástupcem může být *Rodhocetus*, také vznikla na dnešní indicko-pákistánské hranici. Tito již plně mořští savci využili propojení moří a jako první protovelryby se rozšířili po celé Zemi – jejich fosilie nacházíme v severní Africe, Evropě a obou Amerikách. Tito

Protocetidae si ovšem stále zachovávali schopnost vylézt zpět na souš, což je na fosiliích zřejmé z jejich mohutné páneve napojené na páteř.

ZÁDY K SOUŠI

V roce 2009 byla dokonce nalezena fosilie těhotné samice rodu *Maiacetus*, o níž někteří odborníci tvrdí, že musela родit na souši. Taková interpretace podporuje hypotézu, že *Protocetidae* žili podobným životem jako dnešní ploutvonožci. Většinu času včetně lovu si odbyvali ve vodě, zatímco rozmnožování a rození potomků probíhalo na souši. Z vnitrozemských řek jsme tak předky velryb dosledovali až k přechodu do moří a rozšíření po celém světě.

V pozdním eocénu (cca před 40 miliony lety) došlo v evoluci kytovců k dalšímu významnému kroku. Zatímco velká část diverzifikované poloakvatické skupiny

Protocetidae vymírá, zůstává v mořích dominantní skupina zastoupená rodem *Basilosaurus*, který se stává vrcholovým mořským predátorem, ale hlavně už vůbec není schopen opustit vodní prostředí. Pletenec pánevní se redukuje a odpojuje od páteře, která se prodlužuje, aby docházelo k efektivnějšímu pohybu ocasních ploutví. Přední končetiny mají poměrně dlouhé a zploštělé kosti. Proč asi? Z této plně mořské skupiny *Basilosauridae* později vznikají moderní kytovci.

STÁLE JE CO OBJEVOVAT

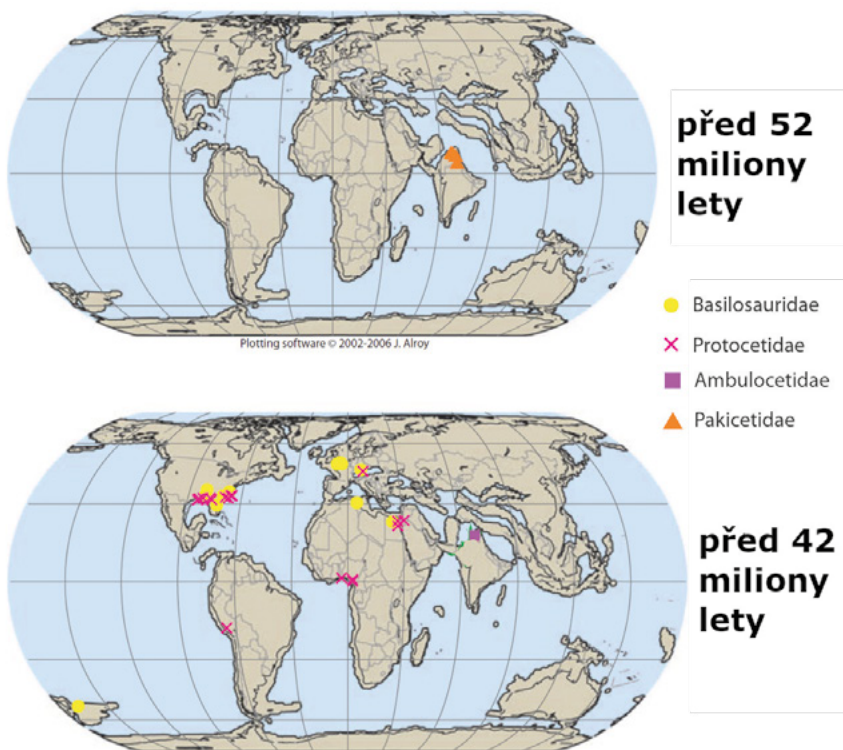
Jak přesně ale vznikli moderní ozubení (delfíni aj.) a koticovci (velryby aj.) z *Basilosauridae*, není úplně známo. Na přelomu eocénu a oligocénu (před 34 miliony lety) totiž dochází k ochlazení Země, vlivem čehož se voda z moří začíná v podobě ledu hromadit na pólech. To je přirozeně doprovázeno poklesem hladiny moří, a tak byla většina fosilií, která v té době vznikla, pravděpodobně zničena erozí. Tyto fosilie by nám bývaly mohly odhalit přechodné stupně mezi basilosaury a dnešními kytovci.

Zatímco fosilní delfíni vypadají prakticky stejně jako ti moderní včetně komplexního echolokačního systému, u velryb se nám alespoň dochovali ti předchůdci (*Aetiocetus weltoni*), kteří mají jak základy kotic, tak zuby. Nic naplat, naštěstí ještě není všem paleontologickým výpravám konec a kdo ví, třeba právě díky vám, čtenáři, podhalíme další velrybí tajemství. Například jakou cestou se u delfínů vyvinul onen echolokační systém. ●

AUTORKA STUDUJE NA KATEDŘE ZOOLOGIE A KATEDŘE UČITELSTVÍ BIOLOGIE

◀ Geografické rozšíření jednotlivých skupin (konkrétně *Pakicetidae*, *Ambulocetidae*, *Protocetidae* a *Basilosauridae*) předchůdců velryb.

Upraveno podle Uhen, 2010





Záhadný Dehnelův fenomén

Směr růstu se u některých tvorů může na čas překvapivě obrátit

LUCIE NOVÁKOVÁ

Rejssek obecný (*Sorex araneus*) je drobný hmyzožravec s krátkým životním cyklem a extrémně rychlým metabolismem. Ve volné přírodě se dožívá zhruba 14 měsíců a každý den spotřebuje množství potravy rovnající se přibližně jeho hmotnosti. Nehibernuje a vzhledem ke své velikosti a způsobu života ani nemůže migrovat na delší vzdálenost. V zimě se pohybuje i pod sněhovou pokrývkou a aktivně vyhledává potravu.

V roce 1949 publikoval polský badatel August Dehnel práci, ve které poukazuje na podezřele malé lebeční rozměry rejsků obecných odchycených v zimním období. Jeho práce dala vzniknout teorii, že se rejskci takto adaptují na nedostatek potravy v zimě. Adaptace spočívá v tom, že se jedinec zmenší

a následně po přezimování opět zvětší. Tento jev byl později nazván Dehnelův fenomén.

NESMYSL, NEMOŽNÉ...

Ve své době byla představa, že se rejskové v průběhu života zmenšují a opět zvětšují, značně kontroverzní. Kritika trvala na tom, že růst savců je pouze jednosměrný a po ukončení růstu k dalším změnám ve velikosti rozhodně nemůže docházet. Někteří zoologové, zejména ti, kteří se rejskem obecným nikdy speciálně nezabývali, pak naměřené rozdíly vysvětlovali jako důsledek vymírání věkových kohort, obdobně jako to známe od některých jiných druhů rejskovitých. Tedy že staří, velcí jedinci na začátku zimy vymřou a v populaci zůstanou pouze jedinci mladší, a tedy menší.

Trvalo téměř 70 let, než se výzkumníkům z německého Institutu Maxe Plancka podařilo předložit jasné důkazy, že Dehnelův fenomén skutečně existuje. Opakovaně odchytávali a značili volně žijící jedince rejsků obecných na vymezeném území. Při každém odchytu rejsky zrentgenovali a pomocí pořízeného snímku změřili lebeční rozměry. Následně rejsky opět vypustili do volné přírody. Tímto způsobem bylo možné sledovat změny jejich lebky v průběhu roku na individuální úrovni. Ukázalo se, že August Dehnel se opravdu nemýlil.

ÚSPORNÝ REŽIM

Dnes víme, že k sezónním změnám dochází u rejsků nejen ve velikosti lebky, ale i mozku, jater, sleziny a dalších důležitých orgánů. Mladí tohoto roční

◀ **Rejsek obecný se neukládá k zimnímu spánku a na omezený přístup k potravě se adaptuje v přírodě nevídaným způsobem – zmenšováním těla.** *Zdroj Shutterstock.com*

Jedinci dorostou do maximální velikosti v létě a na podzim se jim začínají rozvolňovat lebeční švy a začínají se zmenšovat. Zimu přežijí ve své minimální velikosti, kdy se např. výška lebky zmenší až o 13 %, a objem mozku dokonce o 21 % oproti letnímu maximu.

Následující jaro opět dorostou, ale už ne do své maximální loňské velikosti. Výška lebky i objem mozku se zvýší jen o cca 10 % v porovnání se zimními hodnotami a následně rejsci pohlavně dospívají. Jakým způsobem a hlavně proč ke změnám ve velikosti dochází, se však stále nepodařilo uspokojivě vysvětlit. Nejpravděpodobnější vysvětlení se ukrývá v jejich životní strategii – menší, „zimní“ rejsek zkrátka spotřebuje méně potravy.

Otázkou ovšem zůstává, jak moc je výhodné třeba zmenšení mozku. Redukcí objemu energeticky nákladného orgánu, jakým je mozek, se samozřejmě ušetří podstatné množství energie. Na druhou stranu etologické pokusy prokázaly, že testování rejskové ze zimního období si vedli v pokusech zaměřených na orientaci v prostoru a hledání potravy daleko hůře než plně dorostlí jedinci.

▶ **Změny mozkovny u rejska obecného (*Sorex araneus*), A) Rentgenové snímky rejska obecného v různých stádiích životního cyklu. B) Změny výšky lebky standardizované délkou zubní řady během životního cyklu rejska. Stejně symboly v grafu označují vždy stejného jedince.** *Převzato z publikace Lázarov et al. 2017, Current Biology 21:R1106-R1107*

VLIV PODNEBÍ

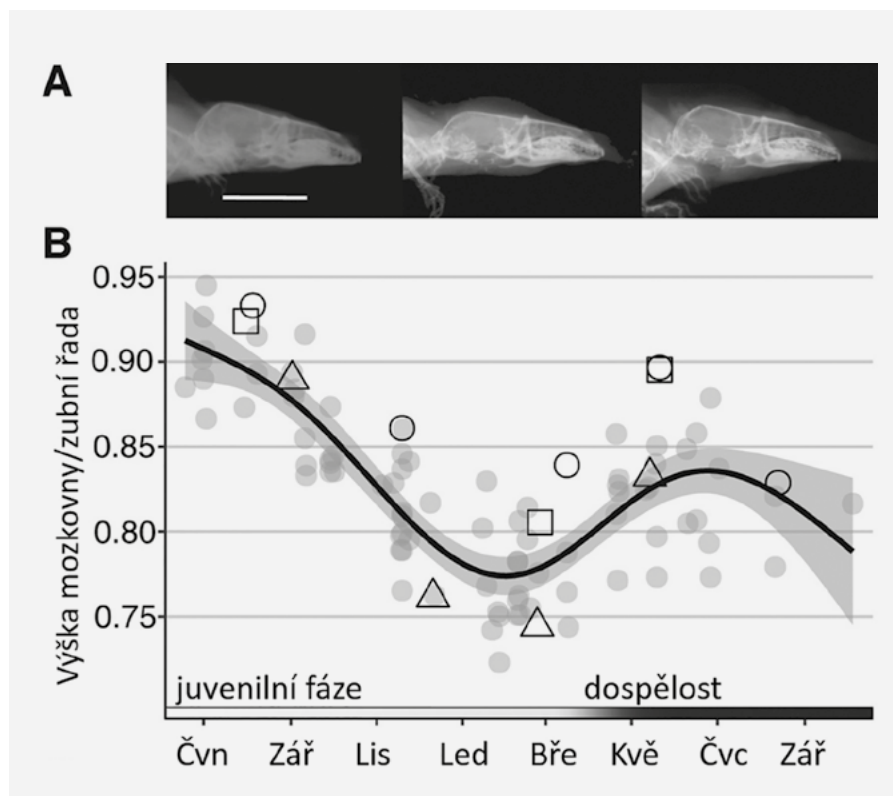
Rejsek se vyskytuje na obrovském území, od Velké Británie na západě po jezero Bajkal na východě. Při porovnání průběhu Dehnelova fenoménu u různých populací se ukazuje geografický trend s výraznějším průběhem (tj. znatelnější zvětšení i zmenšení) směrem na severovýchod, tedy směrem k větší kontinentalitě a extrémnějším výkyvům prostředí. Zajímavé také je, že intenzita každé fáze (zvětšení a zmenšení) koreluje s jinými environmentálními proměnnými. To by mohlo znamenat, že každá fáze může mít rozdílné regulační mechanismy a že na ně působí jiné evoluční tlaky.

V posledních letech se navíc ukazuje, že rejsek obecný není jediný savec s takto unikátními reverzibilními změnami. Podobné změny byly nedávno popsány i u dalšího druhu s velmi rychlým

metabolismem – lasice kolčavy (*Mustela nivalis*), u které ale bylo letní dorůstání popsáno pouze u samců. A existují rovněž opatrné náznaky, že se Dehnelův fenomén vyskytuje nejen u jiných druhů rejskovitých a lasicovitých, ale i u dalších druhů savců s podobnou životní strategií a vysokými metabolickými nároky.

K úplnému porozumění Dehnelovu fenoménu jsme ještě velmi daleko, definitivní potvrzení jeho existence v roce 2017 ovšem povzbudilo novou vlnu výzkumů. V současnosti probíhá množství studií zaměřených na různé aspekty tohoto fenoménu, využívajících široké spektrum metod – genetiky, transkriptomiky nebo etologických pokusů –, slibujících množství nových informací, které mohou tento fascinující jev osvětlit. ●

AUTORKA PRACUJE NA KATEDŘE ZOOLOGIE



Kdopak to hvízdá?

Co nám může o životě savců prozradit bioakustika

IRENA SCHNEIDEROVÁ

Savci se dorozumívají mnoha různými způsoby, krom například vizuálních nebo pachových signálů se při komunikaci uplatňují akustické signály. K jejich produkci a vnímání jsou vybaveni specializovanými hlasovými a sluchovými orgány. Zvuky ovšem umí vytvářet i jinak: bércouni si například mnohé sdělují podupáváním zadními končetinami. Zvukovou komunikací zvířat se zabývá bioakustika, která se snaží dekodovat význam jejich zvukových projevů. V zásadě k tomu využívá dvou odlišných metodických přístupů, přičemž ideální je jejich vzájemné propojení.

ZÁZNAM, ROZBOR, PLAYBACK

První přístup je založen na nahrávání a analýze hlasů. Významný pokrok znamenalo v tomto směru zavedení spektrogramu, pomocí něhož je možné hlasy vizualizovat a poté hodnotit či měřit jejich nejrůznější charakteristiky. To nám umožňuje nejen detailně popisovat hlasové repertoáry druhů, ale také hodnotit variabilitu konkrétních hlasů.

Víme tedy například, že sysel obecný (*Spermophilus citellus*) vydává nejméně osm typů hlasů, pomocí nichž komunikuje s ostatními členy kolonie. Bylo také zjištěno, že blízké příbuzné druhy slyšů mají velmi podobný repertoár, struktura jednotlivých typů hlasů se nicméně mezi druhy liší, přičemž největší rozdíly lze pozorovat ve varovných hlasech. A ví se také, že varovný hvizd každého jedince je jedinečný. Zda se syslové obecní dokážou navzájem rozpoznávat a tuto schopnost nějak využívají, je však dosud otázkou.

Sysel Richardsonův (*Urocitellus richardsonii*) ovšem tuto schopnost prokazatelně má – kanadští vědci ji odhalili pomocí druhého metodického



▲ Sysel obecný zaznamenal nebezpečí a ozývá se varovným hvízdáním nesoucím se k ostatním členům kolonie. Lidskému uchu znějí všechna slyšiva hvízdání podobně, ve své struktuře však mají zakódováno množství informací. Foto Martina Marešová

přístupu – playbackových experimentů. Každému vybranému jedinci v kolonii přehráli několik různých varovných hvizdů jiného jedince v situaci, kdy nehrozilo žádné nebezpečí. Syslové v takové situaci reagovali podobně jako lidé – původce planého poplachu začali brát na lehkou váhu a postupně přestali na jeho varovné hvizdy reagovat. Pokud byl však slyšlům přehrán varovný hlas zcela jiného jedince, syslové situaci raději prověřili – začali panáčekovat a rozhlížet se po okolí.

URČOVÁNÍ DRUHŮ

Bioakustika však není jen vědní disciplínou umožňující nám proniknout do tajů savčí komunikace. Hlasy savců nesou velké množství informací, a bioakustika proto přesahuje i do jiných oblastí. Stála

například za popisem mnoha nových savčích druhů – netopýřů, poloopic nebo třeba stromových damanů. Ne náhodou se mnohdy jedná o noční druhy, pro které je akustická komunikace klíčová, zatímco zrak má v jejich komunikaci jen omezený význam. Zástupce těchto druhů lze často jen stěží rozlišit na základě vzhledu, na rozdíl od jejich druhově

► Spektrogram umožňuje vizuální posouzení hlasů a jejich detailní analýzu v podobě měření nejrůznějších akustických parametrů, například délky trvání nebo frekvence. Na hvízdání samice outloně (označeno šipkou) byla však zkoumána především jejich četnost v nahrávkách.

► **Stromové damany (*Dendrohyrax sp.*)** lze v přírodě pozorovat jen stěží, protože jsou aktivní hlavně v noci a pohybují se na stromech. Zoologové proto z velké části spoléhají na studium jejich hlasitých volání. Ta pomáhají odhalovat dosud neznámé taxony nebo odhadovat populační hustotu. Foto Hanna Rosti

charakteristických hlasů, které se nocí nesou na velké vzdálenosti.

Při práci v terénu jsou stále častěji využívány automatické rekordéry, které dovedou dlouhodobě a především bez lidské asistence pořizovat zvukový záznam v žádaném, dopředu nastaveném časovém úseku. Bioakustika tak pomáhá i při pátrání po vzácných druzích, hodnocení druhové diverzity nebo odhadování početnosti populací. Uplatnění nachází především tam, kam se člověk jinak jen stěží dostává – například při výzkumu kytovců v oceánech. Zpracovávání velkého množství nahrávek je však časově velmi náročné, a proto jsou v současné době intenzivně rozvíjeny také spolehlivé automatizované metody, které hlasy a zvuky zvířat samostatně vyhledávají, klasifikují a identifikují.

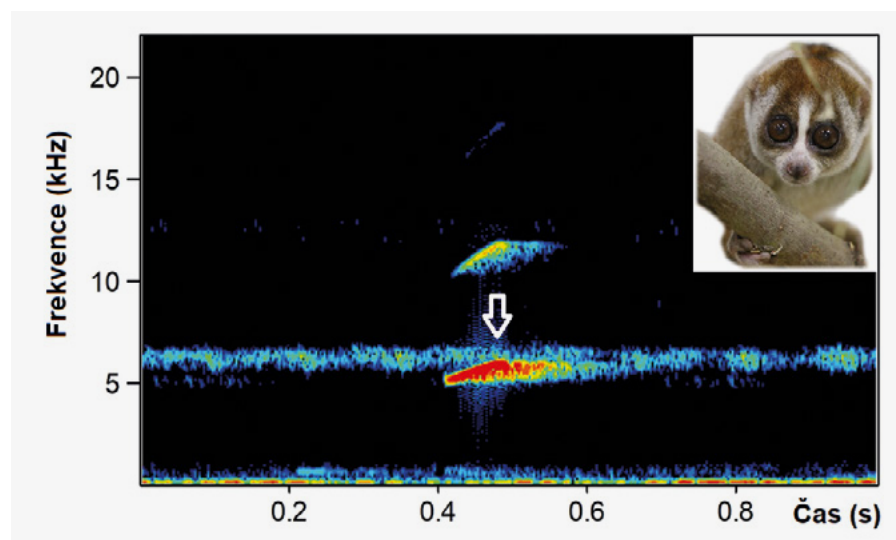


POMOC CHOVATELŮM

Bioakustika má velký potenciál i v záležitostech týkajících se chovu savců v lidské péči, ačkoliv zde zůstává zatím spíše nevyužita. Dlouhodobé sledování samice outloně (*Nycticebus sp.*) žijící v pražské zoo například ukázalo, že říjí samic outlonů lze zjistit díky charakteristickému hvízdání, které v tomto období vydávají. To je důležitým poznatkem k tomu, aby

byl samec připuštěn v ten nevhodnější okamžik a společenský život outlonů v lidské péči více odpovídal situaci ve volné přírodě. Výhodou takového přístupu je, že se jedná o zcela neinvazní metodu s minimálním rušivým dopadem na sledované jedince.

Důležité informace o kvalitě života v lidské péči mohou být získány sledováním výskytu hlasů, které savci vydávají v situacích, jež jsou jim nepříjemné. Častý výskyt hlasů vydávaných během potyček nebo po přiblížení predátora může značit zvýšenou nepohodu nebo stres. Byly už ale popsány i hlasy, jimiž savci dávají najevo dobrou náladu. Laboratorní potkani takové hlasy vydávají v očekávání příjemných prožitků, jako je hra, šimrání nebo chutná odměna, nebo během nich. Lze tedy očekávat, že bioakustika dříve či později najde větší uplatnění i v zoologických zahradách nebo hospodářských a laboratorních chovech, kde nám pomůže hledat co nejlepší způsoby péče o zvířata. ●



AUTORKA PRACUJE NA KATEDŘE ZOOLOGIE



Pohřebiště savců ze třetihor

Uhelná sloj v severních Čechách ukrývala paleontologický poklad

BORIS EKRT

Název Ahníkov zná každý paleontolog, který se zabývá třetihorními suchozemskými obratlovci. Na ploše jen o málo větší než strahovský stadión, byly nalezeny 20 milionů let staré zuby a kosti obojživelníků, plazů a především savců. Množství druhů bylo skutečně obrovské a stále udivuje vědce celého světa.

KOSTI POD UHLÍM

V 60. letech 20. století byly v oblasti mezi Kadaní a Chomutovem dělány geologické průzkumné vrty, které měly zjistit množství a kvalitu hnědého uhlí skrytého hluboko pod zemí. V některých odebraných vzorcích z podloží uhelné sloje byly překvapivě nalezeny hojné kosti drobných třetihorních savců. Na jejich průzkum si však odborníci museli počkat dalších 20 let, než se uhlí v tomto úseku vytěží. Poté se konečně začaly v obnažených zvětrávacích podložních vrstvách objevovat zuby a kosti. Výzkumu se ujal profesor Oldřich Fejfar z PŘF UK a lokalitu navštěvoval rovněž se studenty paleontologie.

Lokalita byla roku 1993 vyhlášena za přírodní památku pojmenovanou podle zdejšího dolu „Merkur-sever“. Její osud byl bohužel předem zpečetěn. Nepříznivá kombinace geologických a morfologických podmínek způsobila pomalý, ale neodvratný sesuv lokality do vytěženého prostoru a její úplný zánik. Předtím však množství exemplářů zachránili odborní pracovníci dolů, kteří s ohromným nasazením, mnohdy o víkendech se svými rodinnými příslušníky, trpělivě vybírali vše, co na povrchu obnažil déšť, vítr a později i samotný sesuv.

DRUHÁ ŠANCE

Po zániku lokality se zdálo, že podobné nálezy jsou už minulostí a paleontologové si budou muset vystačit s tím, co se do té doby podařilo zachránit. Jenže v roce 2011 se na dně dolu asi 500 metrů východně od zaniklé lokality objevily nové nálezy. Bylo jasné, že ani tato nová lokalita dlouho nevydrží. Začal závod s časem.

Paleontologové z Národního muzea s podporou Severočeských dolů a místních geologů začali provádět rozsáhlé záchranné sběry a výzkumy. Byli zapojeni i studenti z PŘF UK a dalších tuzemských i zahraničních univerzit. Přímo na lokalitě byly na sítích proplaveny desítky tun materiálu, aby se podchytily i nejdrobnější zoubky. Nálezy z obou lokalit u Ahníkova pak byly soustředěny v depozitářích Národního muzea a postupným studiem dovolují nahlédnout do biotopu bažinného lesa před 20 miliony lety.

VÝLET DO TŘETIHOR

Pojďme se nyní na lokalitě Ahníkov přesunout v myšlenkách zpět v čase. Procházíme silně podmáčeným lesem složeným hlavně z různých teplomilných listnáčů. Okrají močálu dominují mohutné patisovce – jehličnany, které dokáží růst i v bažinné až mělce zatopené půdě. Kde je půda ještě relativně pevná, tam potkáváme tapíry a malinkaté prakoně,

◀ **Čelist megamphicyona, medvědopsa, který byl vrcholovým predátorem tohoto třetihorního období.** *Zdroj: Národní muzeum*

kteří nám sahají sotva po pás a mají ještě tříprsté končetiny.

Dále míváme různé sudokopytníky patřící k předkům žiraf, nyní ovšem ještě s krátkým krkem, a různé druhy jelínků, z nichž někteří jsou jen o málo větší než zajíc. V bahně se rochní malá prasátka a nosorožci. Každý z nich se ale musí mít na pozoru. Snadno se může stát obětí větších prašelem: medvědopsů a psomedvědů. Jediný, kdo se útoku obávat nemusí, jsou dospělí lichokopytníci z vymřelé skupiny chalikotéřií. Jsou tak mohutní a končetiny mají vyzbrojené tak dlouhými a silnými drápy, že si na ně netroufnou ani ty největší šelmy.

Je třeba se pozorně koukat pod nohy, protože se zde pohybují bahenní želvy, žáby, velemloci, vychucholové, bobři a také celkem malí leč agresivní aligátoři. Nejvíce nás upoutá tvoreček velikosti potkana, který má podivně vyčouhlé zoubky. Jeho jméno je kordylodon, patří mezi hmyzožravce, hmyz nicméně nežere. Běhá po zemi, kde sbírá plže, které svými knoflíkovitými zuby louská.

Zvláště živo je nad námi. Koruny různé vysokých stromů vytvářejí vegetační patra, která obývají veverka, malé stromové šelmy, ještěrky, papoušci a hadi. Prolukou po spadlém stromu je vidět nebe, na kterém krouží draví ptáci, kteří loví v širokém okolí malé obratlovce. Na vrcholcích stromů mají hnízdiště, ze kterých padají do močálu výkaly

▶ **Výkopy v Ahníkově probíhaly s maximálním nasazením, během poměrně krátké doby totiž lokalita podlehla zkáze.** *Foto archiv Borise Ekarta*

a nestrávené vývržky s chlupy a kostmi ulovené kořisti. Není to pěkný pohled, ale pro paleontology pravé požehnání. Díky obsahu z vývržků se dozvědí mnohem více o zvířatech z širokého okolí, která žila i na sušších místech, kde by kosti jinak podlehly rozkladu. Místní močál funguje naproti tomu jako dokonalá konzerva.

SOUHRA NÁHOD

Ale tak jednoduché to vlastně není. Chemické látky, které se uvolňují při rozkladu biomasy, způsobují, že voda i bahno močálu jsou značně kyselé. V takovém prostředí se snadno rozpustí vápnité schránky měkkýšů, ale také zuby a kosti z fosforečnanu vápenatého. Jako zázrakem však v místě naleziště vyvěraly do močálu prameny s obsahem uhličitanu vápenatého a vodu zde neutralizovaly.

A to nebyla jediná příznivá okolnost. Lokalita Ahníkov je vlastně jen okraj

močálu. Mohli se sem tedy dostat i suchozemští obratlovci, a zároveň zde bylo dost bahna a vody, která jejich ostatky pohřbila. Kdyby zde byla pouze souvislá vodní plocha, nacházeli bychom jen kosti celkem běžných ryb, žab a krokodýlů.

A paleontologům byl příznivě nakloněn i geologický režim. Dno nížiny pomalu poklesávalo a tato prohlubeň (pánev) byla vyplňována usazeninami, které nad pohřbenými fosiliemi vytvořily mocnou pokličku. Ta zkameněliny ochránila před pozdější erozí a rozkladem. Kdyby se nad vrstvou s kostmi neusadila organická hmota, zdroj současného uhlí, horniny by nikdy nebyly odtěženy a okno do tohoto ztraceného přírodního ráje by pro nás zůstalo uzavřené. ●

AUTOR PRACUJE JAKO KURÁTOR PALEONTOLOGICKÉHO
ODDĚLENÍ NÁRODNÍHO MUZEA





Kde by se u nás líbilo zubrům?

Velcí přežvýkavci by mohli pomáhat krajinně hned na několika místech Česka **DUŠAN ROMPORTL, VLADIMÍR ZÝKA**

Divocí koně, zpětně vyšlechtění pratuři či zubři obývali středoevropskou krajinu po tisíce let a svou přítomností formovali charakter ekosystémů. S jejich vymizením se ztratila také řada dalších druhů nebo balancují na hranici přežití. V českých zemích se nejdéle dařilo přežít zubrům – poslední jedinci byli uloveni až ve 14. století.

PROSPĚŠNÝ VLIV

O návrat zubra do českých zemí se až na ojedinělé experimenty (např. Ferdinanda Tyrolského v 16. století) dlouho nikdo nepokoušel. Snahy o repatriaci tohoto velikána do české přírody se objevily až v posledních desetiletích. Od roku 2011 funguje polodivoký chov v bývalém vojenském výcvikovém prostoru Ralsko v oboře Židlov a do rezervace u Milovic se nevládní organizací Česká krajina poda-

řilo zubry (ale i divoké koně a pratury) vrátit v roce 2015. Od té doby můžeme sledovat všestranně prospěšný vliv jejich přítomnosti na tamní přírodu.

Nabízí se tak otázka, zda by nemohli velcí spásači pomoci při údržbě zarůstající středoevropské krajiny i jinde. Ta totiž představuje mozaiku převážně kulturních společenstev a přírodních či přírodě blízkých biotopů. Zachování kvality řady přírodovědně hodnotných území závisí ovšem často na nákladné ochranné péči. Jedná se zejména o tzv. sekundární bezlesí, ale také o samotné lesní prostředí s vysokým podílem přírodě blízkých biotopů, které chceme udržovat v rozvolněné podobě.

Kde vedle výše zmíněných lokalit bychom tedy mohli uvažovat o návratu

zubra do naší přírody? Mohly by jeho populace oživit i periferní, opuštěné či v minulosti vysídlené oblasti? A dokázali bychom s ním žít třeba ve Žďárských vrších, Brdech či Nížkém Jeseníku? Pro zodpovězení těchto otázek vzniklo vyhodnocení potenciálu krajiny Česka pro návrat zubra evropského, které sestávalo z několika navazujících kroků.

VHODNÉ BIOTOPY

V prvním kroku byla zpracována dostupná data o charakteru krajiny. Současně bylo provedeno expertní hodnocení habitatových a prostorových nároků zubra a jejich zpracování do uceleného souboru pravidel – parametrů prostorového modelu v prostředí GIS. Finálním krokem pak bylo definování nejvhodnějších lokalit z hlediska prostorových parametrů a minimalizace konfliktu

◀ **Část zubřího stáda v přírodní rezervaci velkých kopytníků Milovice, lokalita Travniny u Benátek nad Jizerou.**

Zdroj Wikimedia Commons, autor Michal Köpping – vlastní dílo, CC BY-SA 4.0

populace zubra s veřejností, a konečná interpretace výsledků.

Biotopům byly přiřazeny hodnoty z hlediska jejich oblíbenosti zubrem od 1 do 10 a stejně tak byly oznámkovány typy reliéfu či zóny vzdálenosti od sídel, komunikací a jiných antropogenních struktur. Hodnocení vycházelo jednak ze zahraničních odborných studií, ale zároveň se opíralo i o aktuální poznatky z domácího prostředí.

Z uvedených zdrojů vyplynulo, že zubr evropský je poměrně tolerantní k charakteru krajiny. Přesto i on některé typy habitatů upřednostňuje. Ideální prostředí představuje mozaika přirozených či přírodě blízkých listnatých či smíšených lesů pásu s bohatým podrostem a mýtinami, které se střídají s plochami bezle-

sí, zejména luk a pastvin. Upřednostňuje totiž pastvu na otevřených prostranstvích a podél lesních okrajů. Například v některých oblastech Polska zubr obývá i velmi rozvolněné lesní komplexy, kde zastoupení lesa nepřesahuje 50 % rozlohy území.

Potravu zubra představují přibližně ze dvou třetin trávy a byliny, z jedné třetiny pak listů a větvičky stromů a křovin. Zubr také vyhledává skalní výchozy bohaté na minerály, které rád olizuje. Podobně i z hlediska charakteristik reliéfu představuje zubr překvapivě tolerantní druh – jinde v Evropě obývá i výrazně vyšší polohy než nejvyšší pohoří ČR. Zároveň však bylo prokázáno, že se vyhýbá příkrým a suťovitým svahům.

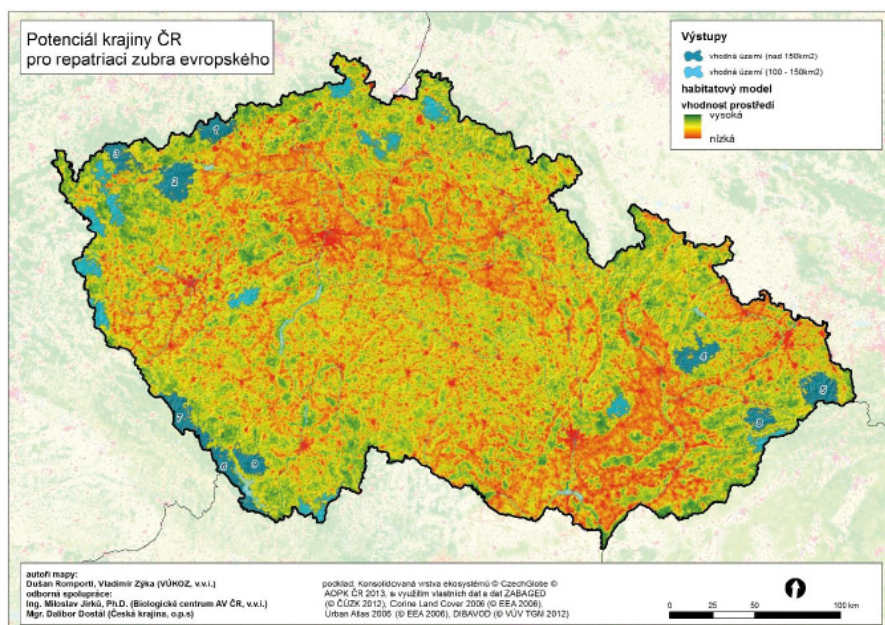
HLAVNÍ JE PROSTOR

Zásadním parametrem hodnocení jsou ovšem prostorové nároky zubra. Dle uvedených studií se velikost domovského okrsku pohybuje okolo 100 km². V průběhu roku se velikost okrsku mění v závislosti na sezóně, v zimě se domovský okrsek zubrů zmenšuje. Pro

vymezení vhodných oblastí pro výskyt zubra v České republice tak byly zvoleny minimální areály o rozloze 100 km². Stádo zubrů nevykonává daleké migrace, za potravou se pohybuje přibližně do vzdálenosti 1–3 km za den. Jednotlivci však mohou za den urazit až 10 km. Do hodnocení byly zahrnuty rovněž bariérové struktury v krajině, protože zejména dálnice, železniční koridory či silnice vyšší třídy mohou představovat zásadní problém.

Výsledek hodnocení potenciálu krajiny hostit trvalé populace zubra byl představen v mapové podobě (obrázek dole), na které byly vymezeny nejperspektivnější oblasti, jež kromě kvalitativních kritérií zároveň splňují i prostorové nároky nutné pro udržení prosperující populace. Nejrozsáhlejší oblasti vhodného prostředí nacházíme především v horských nebo vrchovinných oblastech s vysokým podílem lesních ekosystémů, jako jsou Šumava, Novohradské hory, Český les či Krušné a Jizerské hory v Čechách nebo části Moravskoslezských Beskyd, Javorníků či Vsetínských vrchů na Moravě.

Specifické postavení zauímají rozsáhlá území současných nebo bývalých vojenských újezdů, která zahrnují většinou nejvhodnější mozaiku preferovaných biotopů v krajině nižších pohoří či vrchovin. Oblasti Doupovských hor, Brd, Boletic, Ralska, Březiny a Libavé patří bezesporu k vůbec nejvhodnějším územím z hlediska možného návratu zubra. Množství vhodných lokalit nacházíme téměř po celém území České republiky, ovšem jen malá část z těchto kvalitativně vhodných oblastí splňuje zároveň potřebné prostorové parametry. Snad se tedy v budoucnu budeme moci těšit na setkání s těmito majestátními savci na mnoha dalších místech Česka. ●





Chytří lovci pod hladinou

Lovecké techniky, tradice a používání nástrojů u kytovců

VERONIKA RUDOLFOVÁ

Kytovci prosluli svou zvědavostí a učení-
livostí. Jsou to extrémně hravá a vynalé-
zavá zvířata, vzájemně se oslovují jmény,
spolupracují při lovu, dělí se o potravu,
vyučují své potomky a jsou schopna
používat nástroje. Mnozí kytovci jsou
poměrně kontaktními a společenskými
zvířaty se silně vyvinutým sociálním
chováním, dorozumívající se mimo jiné
vzájemnými dotyky.

Velmi silné pouto mezi jedinci vzniká
i díky takzvané K-strategii, kdy dlouho-
věká zvířata rodí jediné mládě, kterému
je věnováno mnoho času i energie.
Obrovská a dlouhodobá investice do
mláďáte utužuje vztah mezi matkou
a potomkem (otec se na péči o mláďata

nepodílí) a umožňuje vznik zajímavých
loveckých technik a tradic. Některé
z nich si na následujících řádcích
představíme.

ZPĚV A BUBLINY KEPORKAKŮ

Keporkaci (*Megaptera novaeangliae*) se
v období námluv promění ve zpěváky.
Písňe jednotlivých jedinců se liší podle
oblastí, z nichž pocházejí. V průběhu let
se písňe pozměňují, a to vždy u všech
jedinců z oblasti najednou, i když jsou
mnohdy vzdáleni tisíce kilometrů. V roce
2000 se ale stalo něco hodně zvláštního
– keporkaci z východního pobřeží Aus-
trálie najednou přejali úplně jinou píseň
od jedinců ze západního pobřeží. Vědci
zatím netuší, proč k tomu došlo.

Neméně zajímavé jsou techniky,
které tyto obří kytovci používají při lovu,
obzvlášť takzvaná bublinová síť. Skupina
keporkaků začne kroužit kolem hejna
drobných rybek nebo krilu (drobní moř-
ští korýši) a vypouštět bubliny vzduchu.
Postupně se při tom přibližují k hladině
a zmenšují průměr kruhu tak, aby kořist
dostali do co nejtěsnějšího shluku. Poté
vyplují kolmo k hladině s dokořán ote-
vřenou tlamou, aby nabrali co největší
množství potravy najednou.

LOVECKÉ TRADICE DELFÍNÍCH SAMIC

Delfíni skákaví (*Tursiops truncatus*) pou-
žívají několik vysoce specializovaných
loveckých taktik, jejichž výzkum probíhá

◀ **Bublinová síť, oblíbená taktika lovu keporkaků.** *Zdroj Wikimedia Commons, autor Christin Khan, NOAA / NEFSC, volné dílo*

například v lokalitě Shark Bay v jihozápadní Austrálii. Někteří ze zdejších delfínů nahání ryby ke břehu a loví je rychlým nájezdem na pláž, někteří se specializují na obratné manévrování na hladině, a jiní dokonce používají lovecké nástroje – mořské houby. Skupinky delfínů jsou tvořeny vůdčí samicí a jejími dcerami a vnučkami, které se od matky učí loveckou taktiku a udržují tak rodinnou tradici. Každá rodina preferuje lov v prostředí, pro které je daná lovecká taktika vhodná. Synové z rodné skupiny odcházejí, vytváří samčí skupiny a při lovu nevykazují preference pro specifickou loveckou taktiku.

Kromě přenosu tradic loveckých taktik jsou delfíni v Shark Bay proslulí také tím, že vyučují mláďata a používají k lovu nástroje. Když se mláďe učí lovit, matka nebo starší sestry mu mohou pomáhat tím, že uloví rybu a pak ji (zraněnou a zmatenou) vypustí těsně před mláďetem, aby si ji zkusilo chytit samo. Velice specifickou loveckou taktikou je pak používání hub na vyhledávání ryb v písku. Samice loví v hlubokých částech zálivu si nejdříve najdou houbu, tu si „nasadí“ na čumák, doplavou s ní na dno a šfouchají houbou do písku ve snaze najít zahrabané ryby. Používání nástrojů není v živočišné říši neobvyklé – bylo popsáno u více než čtyřiceti druhů. Většina z nich však nástroje využívá jen zřídka, kdežto delfíni s touto taktikou činí téměř při každém lovu.

▶ **Oblíbeným nástrojem delfínů skákavých je mořská houba. Rodiny, které loví v hloubkách ji používají k hledání ryb zahrabaných v písčitém dně.** *Zdroj Shutterstock.com*

KOSATKY TŘIKRÁT JINAK

Intenzivní terénní pozorování a bioakustické analýzy ukázaly, že kosatky dravé (*Orcinus orca*) můžeme rozdělit do tří ekotypů (rezidenti, tranzienti a oceánické kosatky), které se liší velikostí skupin, vokalizací, potravou a vzájemně se nekříží (DNA analýzy potvrdily, že v severním Tichém oceánu se rezidenti a tranzienti nekříží už přibližně 500 tisíc let).

Rezidenti se sdružují do skupin čítajících přibližně dvacet jedinců a vokalizují hlasitě a téměř bez ustání. Základní jednotkou sociálního uspořádání je zde rodina. Jednotlivé rodiny se mohou setkávat a tvořit stáda, komunity a klany, přičemž každý klan disponuje typickým vokalizačním repertoárem a jedinci z jednotlivých klanů se vzájemně nekříží. Potravu rezidentů tvoří ryby, obzvláště rádi si pochutnají na lososech nebo sledích. Při lovu sledů mohou rezidenti využívat techniky takzvaného kolotoče – kosatky krouží kolem hejna ryb tak, aby je sehnaly do hustého klubka poblíž mořské hladiny. Poté do kraje hejna plácají ocasy, aby ryby omráčily a mohly je snáze sežrat.

Tranzienti se nejčastěji pohybují v malých skupinkách čtyř či pěti jedinců, které nejsou úplně stabilní. Jsou to velmi mobilní a tiché kosatky. Tišší jsou pravděpodobně proto, že loví výhradně savce (přibližně polovinu jídelníčku tvoří tulení, ale rády si smlsnou i na lachta- nech, delfínech nebo kytovcích), kteří jsou na rozdíl od ryb citliví k vokalizaci i echolokaci kytovců. Využívají několik technik lovu, například nahánění na břeh či spláchnutí kořisti z ledové kry. Tato taktika funguje nejlépe v malých skupinkách a spočívá v tom, že několik kosatek plave bok po boku směrem ke kře, na které odpočívá vyhlédnutý tuleň, čímž vytvoří vlnu, která led rozhoupe. Jedna z kosatek už čeká připravená u kry a vyděšenou oběť okamžitě uloví.

Posledním ekotypem kosatek jsou takzvané *oceánické kosatky*, které jsou poměrně malého vzrůstu, sdružují se do velkých stád a specializují se na lov ryb a žraloků. O jejich životě toho zatím vědci příliš mnoho nevědí, geneticky se však od předchozích ekotypů odlišují. ●

AUTORKA STUDUJE NA KATEDŘE ZOOLOGIE





Neveselá sloní odysea

Jak jsou na tom v současnosti velcí afričtí savci?

PAVLA ŘÍHOVÁ

Mnoho biologů v dětství četlo Joy Adamsonovou, Bernharda Grzimka či George Schallera a představovalo si, že jednou na vlastní oči uvidí velkou migraci, dusající slony či lovící smečky lvů. Existuje však stále Afrika „zlatých stínů a pádících kopyt“? Bohužel, to, co viděli autoři našich milovaných knih, my už neuvidíme.

Velkých savců v Africe ubývá a mizí i prostor, kde mohou žít. Nové silnice kříží staleté migrační koridory, rozrůstají se města, na pláních se pase dobytek. Čína skupuje koncese na těžbu surovin. Pytlači se ve velkém. Důvodů k optimismu moc není. Na druhou stranu nikdy v historii nebyla taková snaha africká zvířata chránit. Podívejme se blíže na příběh slonů, symbolu Afriky, ačkoli podobný příběh bychom mohli vyprávět i o jiných druzích.

FAKTOR SLONOVINA

Sloni byli kvůli slonovině loveni odpradávná – na řezby se tento materiál používá už od doby kamenné. Kvůli tomu zhruba před 1 000 lety zcela vymizeli ze severní Afriky a postupně mizeli dál. Na začátku 20. století žilo v Africe stále asi 10 milionů slonů, v roce 1979 ovšem už jen 1,3 milionu a v roce 2016 jen 400 tisíc. Jejich počty stále klesají, každý rok asi o 8 %. Hlavním důvodem je pytláctví, saturující obchod se slonovinou, který ročně přináší zisk asi 4 miliardy dolarů.

V koloniální éře byla největším trhem Evropa, po 2. světové válce trh převzalo Japonsko a od 90. let je hlavním hráčem Čína. Ročně dnes ztrácíme 30 000–40 000 slonů a pytláčení dosahuje nejvyšší úrovně v historii. Situace

je dokonce horší než v dobách tzv. poacher's war (1970–1988), kdy bylo ve východní Africe zabito 600 000 slonů. Tehdy somálští bandité „shifto“ střelili slony po stovkách, zabíjeli rangery, bujela korupce a slonovina proudila z Afriky ve velkém. V roce 1989 byl konečně mezinárodní obchod se slonovinou zakázán (zařazení slonů do CITES I) a došlo k prvnímu spálení státních zásob slonoviny (Keňa). Cena klesla z 6 000 USD/kg na 10 USD a pytláctví téměř ustalo.

Bohužel selanka netrvala dlouho. Ve státních skladech ležely zásoby zabavené slonoviny a spousta lidí v nich viděla možnost získání peněz. Tlak na uvolnění zákazu postupně narůstal a za pár let některé africké státy prosadily prodej své zabavené slonoviny do Japonska

◀ Sloní stádo v Národním parku Pilanesberg v Jižní Africe. Foto Pavla Říhová

a Číny. Mezinárodní zákaz tak vydržel jen 10 let. Brzy poté se znovu otevřel utlumený černý trh, protože prodej legální slonoviny vytváří možnost „proprat“ i tu nelegální.

SLOŽITÝ BOJ

I dnes vyvolává slonovina mezi africkými zeměmi velké spory, na jednáních je často cítit silný politický lobbying. 32 zemí z African Elephant Coalition chce obchod zakázat, jiné státy ho naopak chtějí uvolnit a získat peníze. K běžným „šmelinářům“ se navíc v posledních letech přidali ještě jiní hráči – slonovina získala přídomek „bílé zlato džihádu“. Jde totiž o výhodnou směnnou komoditu pro rebely a teroristy. Armáda Božího odporu, Aš-Šabáb, Boko Haram, Džandžavít, ... ti všichni dnes mají příjmy ze slonoviny. Nahradila tak „krvavé diamanty“ – obchod s ní je snazší, protože nevyžaduje dlouhodobé ovládnutí regionu.

Genotypové mapy (výzkum University of Washington) pomáhají při odhalování

původu zabavené slonoviny. 80 % pochází ze savanových slonů z Tanzanie, Keni a Ugandy, zbývajících 20 % tvoří pralesní sloni z Gabonu a Konga. Z Afriky slonovina putuje různými kanály, nejčastěji v lodních kontejnerech, směrem do Asie. Nákladní loď uveze až 180 000 kontejnerů, takže kontrola rozhodně není jednoduchá a působí i všudypřítomná korupce. Slonovina se vozí i do Evropy, tato trasa ovšem využívá spíš kufry kurýrů.

Úsilí kontrolních složek zaměřené na nelegální obchod se slonovinou se stále zvyšuje a občas i přináší výsledky. Slonovinový boss Faisal Mohamed Ali byl zatčen v Keni v roce 2015 a byl odsouzen na 20 let. Policie našla v jeho domě pod podlahou tajnou místnost plnou slonoviny, na zahradě byl zakopaný celý plný kontejner. V Dáresalámu zatkli a na 15 let odsoudili tzv. Ivory Queen – Číňanku Yang Feng Glan, která v Tanzanii 20 let vedla byznys se slonovinou. Vyšetřování odhalilo, že ze země vyvezla nelegálně cca 10 000 tun slonoviny. Zatčen byl i Ivory Shitan – překupník a pytlák Boniface Malyango, který byl známý svou krutostí a zabíjením svědků

i konkurentů. Dostal 12 let. Bohužel bitva není beze ztrát – dochází k vraždám ochranářů, rangerů i vyšetřovatelů, slonovinové mafie se mstí.

JAK CHRÁNIT SLONY?

S ochranou slonů je to prostě jako na houpačce. Jsou jedním ze symbolů Afriky, předmětem úcty a obdivu. Mají ovšem smůlu, že mají kly a vzhledem ke své velikosti potřebují hodně potravy a místa. Na omezeném prostoru národních parků ničí stromy a vegetaci, takže se vedou sáhodlouhé debaty o jejich místním přemnožení a o řešeních, co s ním. V zásadě existují dva přístupy, korelující bohužel i s postojem daných zemí k obchodu se slonovinou.

Keňa do přirozeného vývoje zasahovat nechce. Modelem je Tsavo, kde po přemnožení slonů došlo ke zničení stromového patra. Následné sucho způsobilo úbytek sloních stád a ekosystém se postupně obnovil. Oproti tomu JAR rází přístup, že počet slonů musí být uměle redukován. Elephant Reduction Programme v Krugerově národním parku znamenal odstřel celých sloních stád (včetně mláďat) a jejich zpracování na jatkách. Praxe ukázala, že oba modely přinášejí víceméně stejné výsledky.

Nějaké pozitivní zprávy ale přece jen jsou: Čína v roce 2017 zakázala svůj vnitřní trh se slonovinou a uzavřela i továrny na její zpracování. Cena slonoviny se rázem propadla z 2 000 na 700 dolarů za kilogram. Kvůli zakazu se ovšem trhy přesunuly jinam – do Vietnamu a Kambodži. Bitva o slonovinu tak rozhodně nekončí... ●

AUTORKA PRACUJE V ÚSTAVU PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

◀ Zabavená slonovina v NP Zakouma v Čadu. Foto Arthur Sniegón



Češi na Kamerunské hoře

Dobrodružství, které začalo studentskou expedicí a „skončilo“ článkem v *Nature*

MICHAL ANDRLE

Docent David Hořák z katedry ekologie PŘF UK je jedním ze šesti českých spoluautorů článku zveřejněného v prestižním vědeckém časopise *Nature*. Za prestižní publikací stál dlouhodobý sběr dat o biodiverzitě lesů rovníkového Kamerunu, kde se během posledních 20 let podařilo založit a udržet český ekologický výzkum. Jako jeden z jeho zakladatelů nám přiblížil jeho historii i současnost.

Výzkumy v Kamerunu mají dlouholetou tradici a vy jste stál u jejího zrodu.

Vzpomínáte si, jak to celé začalo?

První expedice proběhly v letech 2001–2003, ty však měly spíš charakter výletů nadšených doktorských studentů biologických oborů z PŘF UK a BF JČU, dalo by se říci studentského „čundru“. I když jsme se každý věnovali jiné oblasti výzkumu, tropy nás lákaly – zejména proto, že jde o oblast s vysokou druhovou diverzitou. Díky naší odbornosti jsme ovšem krajinou pouze neprocháze-li, ale začínali jsme i sbírat první data.

O jaká data šlo?

Původní motivací ornitologů bylo popsání prostředí, v němž žijí tropičtí ptáci, neboť řada ekologických teorií popisujících biodiverzitu je vybudována právě okolo nich. Jedním z klíčových parametrů ovlivňujících prostorovou distribuci ptáků, je interakce s vegetací, její strukturou a druhovou skladbou. A právě to byl důvod, proč jsme vlastně data o vegetaci začali sbírat.

Proč jste si vybrali zrovna Kamerun?

Důležitým důvodem byla kromě biologické atraktivnosti také dlouhodobá relativní politická stabilita a bezpečnost Kamerunu. Horské oblasti jsou také pro



Evropana vcelku klimaticky příznivé – na rovníkovou Afriku je tam poměrně chladno a ne úplně vlhko. Z vědeckého hlediska je také důležité, že počet druhů – např. ptáků či rostlin, s nimiž jsme začínali – není na tropy nijak závratně vysoký, a tudíž je snadnější na naučení.

Studentská výprava do tropů je jedna věc, a systematická a organizovaná vědecká práce v cizí zemi věc druhá.

Jak se podařilo přejít od jednoho k druhému?

Nejlépe když popíšu, jak se celá věc postupně vyvíjela. První kontakt s místními jsme navázali již během prvních výzkumů v Kedjom-Keku v severozápadním Kamerunu, kde se jsme se potkali s velmi aktivním člověkem jménem Ernest Vunan. Získali jsme od něj první razítka a potvrzení a mohli uskutečnit první výzkumy. Později nás

čekal vstup na Kamerunskou horu, která je z vědeckého hlediska výrazně zajímavější lokalitou. Z toho důvodu bylo třeba vytvořit si rozsáhlejší kontakty. Oslovili jsme proto instituci jménem Congo Basin Institute, kterou společně založili Kamerunci a Američané z UCLA za účelem výchovy k ochraně prostředí a výzkumu biodiverzity. Díky ní jsme získali podstatně větší kontakty i na akademické prostředí Kamerunu.

Kdy přesně výzkum na Kamerunské hoře začal?

První průzkum jsme dělali s kolegou Ondřejem Sedláčkem v roce 2008 a první podporu od GA ČR jsme získali v roce 2011. Grant byl na 5 let, což je relativně dost času. V té době jsme již měli velmi dobře vybudované kontakty na nejlepší s místních lidí. To se ukázalo jako nesmírně důležité. Jeden z nich,

Francis Luma, nesmírně inteligentní a schopný člověk, dělá dnes manažera našich terénních výzkumů a podílí se i na vlastních vědeckých výzkumech, např. s ornitology, botaniky i entomology.

Jak dnes takový příjezd na vědeckou expedici do Kamerunu vypadá?

Dnes už je to vlastně velmi jednoduché. Přistanete v Duale na letišti, pak je to asi hodinu autem po normální silnici do velkého města, na jehož okraji se stanice nachází. Jde o relativně nový objekt, který vznikl zejména díky snaze kolegů Štěpána Janečka a Roberta Tropka. Je zde elektřina, voda a skladovací prostory, a v okolí žije i většina našich místních terénních spolupracovníků, takže je to opravdu velmi výhodné. Nadmořská výška 1000 m n. m. navíc zajišťuje velmi příjemné podnebí.

Výzkum stále probíhá hlavně v české režii nebo se výrazněji zapojují i vědci z jiných států

Navázali jsme spolupráci s řadou zahraničních institucí, např. kodaňským makroekologickým institutem, ale jde spíše o sdílení a analýzu dat než práci v terénu. Cizinci při vlastních výzkumech jsou hlavně lokální a zahraniční doktorandi, čeští studenti se na kamerunská témata hlásí méně, než bych čekal. Jeden z našich prvních kamerunských doktorandů byl velmi motivovaným studentem. Dodnes s ním spolupracujeme a vzájemně si pomáháme.

Vaše dlouhodobá data o pralesech Kamerunu byla využita i v nedávném článku, který se vaším spoluautorstvím vyšel v časopisu *Nature*.

K článku jsme přispěli daty sbíranými během spolupráce s Botanickým ústavem AV ČR. V podstatě popisuje to, z jak velkých stromů se les skládá, z čehož lze odvodit, kolik uhlíku ve své biomase skladuje. Terénní sběr takových dat je v Africe velmi náročný. Studie

poprvé shromáždila a porovnává údaje přes velkou část kontinentu, průzkumů v horských oblastech západní Afriky je totiž méně než v Africe východní.

V čem vidíte hlavní přínos článku?

O kamerunských horách se již dlouho ví, že jde o „horká místa“ (angl. hot spots) biodiverzity, tedy že zde žije velké množství druhů. Jedním z faktorů, který k takové rozmanitosti přispívá, je fakt, že hory tvoří vlastně do značné míry izolované ostrovy (tzv. „sky islands“) hor-

ského lesa v moři lesa nížinného, které jsou od sebe oddělené, a vznikají na nich proto nové endemické druhy. Zároveň jde o prostředí dlouhodobě stabilní, takže druhy, které zde vzniknou, mají menší pravděpodobnost, že vyhynou. Ve stejném prostoru se proto hromadí staré a nové endemické druhy, čímž narůstá biodiverzita. Výsledky studie v *Nature* ukazují, že stromy v horských lesích jsou větší, než jsme si mysleli, a tím pádem mají i podstatně významnější úlohu v regulaci klimatu. ●



„Drž si balanc“

I příští rok se můžete těšit na kurz Pokroky v biologii

MARKÉTA BYRONOVÁ

Kurz si klade za cíl podchytit a rozvinout zájem talentovaných středoškolských studentů s předpoklady pro úspěšné studium přírodovědných oborů. V jednotlivých přednáškách budou pedagogy fakulty prezentována témata pokrývající celou šíři biologických oborů s důrazem na rychle se rozvíjející oblasti. Každý rok mají přednášky jiné jednotící téma – v roce 2022 to bude „Rovnováha“. Během kurzu nebudou systematicky probírány znalosti obsažené ve středoškolském učivu – kurz by měl sloužit jako nadstavba propagující biologii jako vzrušující vědeckou disciplínu s obrovskou perspektivou profesionálního uplatnění a společenské prestiže.

22. LEDNA – 2. DUBNA 2022

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy Albertov 6, Praha 2

PŘESNÝ PROGRAM PRO VÁS PŘIPRAVUJEME

- 22. 1. Chemické a biochemické rovnováhy
- 5. 2. Metabolické, buněčně-biologické a fyziologické rovnováhy
- 19. 2. Jak organismy vnímají rovnováhu?
- 5. 3. Rovnováhy v evoluci organismů
- 19. 3. Rovnováhy v dynamice populací
- 2. 4. Rovnováhy v krajině a celoplanetárním ekosystému

PRO KOHO JE KURZ URČEN?

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

KDE BUDE KURZ PROBÍHAT?

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



Foto Petr Jan Juračka

JAK ČASTO BUDE KURZ PROBÍHAT?

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

JAKÁ JE CENA KURZU?

Kurz je bezplatný.

JAK SE NA KURZ PŘIHLÁSIT A KDE NAJDU VÍCE INFORMACÍ?

Na kurz je potřeba se předem přihlásit. K přihlášce vás nasměruje QR kód.

Zájemci z řad pedagogů mají možnost přihlásit se na kurz v rámci programu celoživotního vzdělávání a získat osvědčení o absolvování kurzu. ●



Ocenění doktorandi naší fakulty

Vědecké ceny Velvyslanectví Francie v Praze za rok 2021

Každý rok oceňuje francouzská ambasáda v Praze nejlepší mladé vědce z českých univerzit a výzkumných institucí, a to v sedmi kategoriích. Naše fakulta zaznamenala v letošním roce hned dva úspěchy: první místo získal v Ceně Jean-Marie Lehna za chemii student naší fakulty Mgr. Filip Horký z katedry anorganické chemie a první místo v Ceně Univerzity ve Štrasburku za farmacii Ing. Jiří Trousil z katedry analytické chemie.

Do soutěže se pravidelně hlásí desítky kandidátů z celé ČR, kteří jsou nejprve vybráni svými institucemi a následně předstupují před porotu složenou z českých a francouzských odborníků s obhajobou své práce. Letošní soutěže se zúčastnilo celkem 71 uchazečů



mladších 33 let, které nominovala vysoká škola nebo Akademie věd ČR na základě kvality jejich výzkumné práce v rámci doktorského studia. O výsledcích rozhodovalo 7 komisí složených ze 49 českých a francouzských profesorů a vědců. Již druhým rokem se z důvodu celosvětové zdravotní krize všechny soutěže konaly prostřednictvím videokonference. Velvyslanectví ve spolupráci s partnerskými organizacemi udělilo celkem 23 cen.

Slavnostní předávání vědeckých cen pak proběhlo ve čtvrtek 30. září 2021 v prostorách Velvyslanectví Francie v Praze, v Buquoyském paláci. Ceremoniálu předsedal velvyslanec Francie v ČR a Jean-Marie Lehn, nositel Nobelovy ceny za chemii z roku 1987 a iniciátor akce. ●

Přírodovědci sobě v menze

„Spolčování se“ je na naší fakultě nejen dovoleno, ale přímo doporučeno

Již počtvrté se uskutečnilo setkání fakultních spolků se studenty a zástupci akademického senátu. Akce *Přírodovědci sobě* zahájili úvodním slovem pan děkan Jiří Zima a předseda akademického Radim Perlín. Pak se ke slovu dostali zástupci spolků, kteří ve dvou minutách představili spolkovou činnost a nalákali nové zájemce o členství.

Po prezentacích, kdy se představilo 20 spolků, akce pokračovala už v organickém



duchu. Studenti korzovali mezi spolky, a buď získávali informace o pořádaných akcích, nebo se rovnou ke spolku přidali.

Organizátoři jsou nesmírně rádi, že se akce zúčastnil takový počet spolků obzvláště po období covidu, kdy byla spolková činnost značně omezena.

Celá akce byla organizována zástupci ze Studentské komory Akademického senátu fakulty. ●

Intimní život rostlin

Zimní výstava v Botanické zahradě PřFUK Na Slupi

LUBOMÍR HROUDA A KOL.

Rozmnožování našich kvetoucích rostlin máme spojeno s tyčinkami a pestíky v květu a různými opylovači. Obvykle nás ale nenapadne, jak to mají rostliny s hermafroditními (oboupohlavnými) květy složité, aby co nejvíce zabránily samoopylení a tedy genetickému úpadku. Různé skupiny si ale vytvořily časové či prostorové figle, které jim umožnily samoopylení omezit. Výstava přináší příklady a vysvětlení nejzajímavějších přízpůsobení rostlin naší přírody a rovněž výsledky pozorování různých opylovačů zejména v lučních porostech; překvapivě největšími opylovači nejsou včely!

Reprodukční mechanismy rostlin jsou u mnoha běžných rostlin neobvyklé i z jiného hlediska: seznámíme se s vytvářením semen bez pohlavního života, aniž by se na vzniku zárodku v semeni podílelo pylové zrno. A nezapomeneme ani na královny rostlin: jistě si na tomto místě představujeme orchideje, ale z hlediska pokryvnosti na zemském povrchu jsou to nenápadné větrosprašné trávy!

Zaměřili jsme se v rámci této výstavy na středoevropskou přírodu, které nejlépe rozumíme; v subtropích a tropech je podobných příběhů mnohem více, ale to bychom si museli prodloužit život...

Výstava přibližuje to, o čem jsme se ve škole obvykle neučili. Jako třešničku na dortu přijměte proto vzpomínku na školní výuku našich prababiček: názorné příklady výukových tabulí z dob Rakousko-Uherska, podle nichž se učilo na všech typech škol, a podle nichž studoval na Alma mater ještě vedoucí autorského kolektivu. 3D modely na internetu jsou jistě lepší, ale asi ne tak krásné jako ty minulé. Původně byla vytvořena pro Botanickou zahradu



hl. m. Prahy v Troji, kde též v listopadu 2019 proběhla. Autoři proto děkují Botanické zahradě hl. m. Prahy v Troji za její vrlelé zapůjčení.

Na 27 panelech v tropické i subtropické části skleníku se můžete seznámit

s mnoha rostlinnými rozmnožovacími záludnostmi. Výstava cílí jak na školy všeho druhu (včetně naší VŠ), tak na kulturní návštěvnickou veřejnost a bude otevřena ca od 24. listopadu 2021 do března 2022 v otváracích hodinách skleníku (od 10:00–15:30) ●

Průvodce po konfliktech Evropy

Učebnice politické geografie pro střední a vysoké školy



a předkládá jejich aktuální stav a možný vývoj. Díl věnovaný Evropě se zaměřuje na tři regiony se specifickými politickými problémy, které však spojují projevy nacionalismu a geopolitiky. V prvních kapitolách je proveden souhrn historického vývoje celého kontinentu a následně jsou představeny teoretické koncepty a terminologie osvětlující politické procesy. Následné kapitoly se postupně věnují konfliktům či případům potenciálních změn politické mapy kontinentu

v Severním Irsku, Skotsku, Katalánsku, Baskicku, v prostoru bývalé Jugoslávie a Sovětského svazu. Text je určen jak studentům a učitelům středních a vysokých škol, tak všem zájemcům o politickou geografii a obecně současné politické dění ve světě.

Konfliktní regiony světa – Evropa, Jelen Libor. Nakladatelství České geografické společnosti, 2021, 128 stran

Nová série publikací Konfliktní regiony světa se věnuje vybraným konfliktům a dalším politickým problémům v různých částech světa, vysvětluje jejich obecné principy fungování, nastiňuje historické a geografické souvislosti



Člověk a ekosystémy

Fungování globálního ekosystému podstatně ovlivňuje aktivita lidí

Kniha sleduje vliv lidských aktivit souvisejících se zemědělstvím, lesnictvím, rybařstvím a lovem volně žijících živočichů na jednotlivé ekosystémy. Vychází z obecných ekologických principů a ukazuje, jak jsou aplikovány na výše zmíněné obory lidské činnosti, s ohledem na základní mechanismy jejich působení, ale i přírodní a společenské hybatele a globální aspekt jejich dopadů. Text kapitol je formulován

i z historického a geografického hlediska a doplněn bohatým obrazovým doprovodem. Tato výjimečná publikace je určena jak široké odborné veřejnosti, tak studentům biologických a zemědělských oborů se zájmem o environmentální tematiku.

Aplikovaná ekologie, Frouz Jan, Frouzová Jaroslava. Karolinum 2021, 432 stran



Savci Somalilandu

VERONIKA RUDOLFOVÁ, IVETA ŠTOLHOFFEROVÁ, PETRA FRÝDLOVÁ, DAVID KRÁL

Somaliland je *de facto* nezávislý, mezinárodně však neuznaný stát, oficiálně součást Somálska. Díky své pozici na severu Afrického rohu se zde setkává fauna aridního Sahelu i savan subsaharské Afriky. Od rozpálených solných plání na pobřeží Rudého moře přes zelené horské vrcholky až po nekonečná moře trávy na jihu, Somaliland má mnoho co nabídnout. ●

SKALNÍ HABITATY

► **Damani** (Hyracoidea) jsou savci blízce příbuzní slonům. Jejich velké horní řezáky jsou trojúhelníkovitého průřezu a neustále dorůstají (podobně jako kly slonů). Mají poměrně špatnou termoregulaci, takže se u nich vyvinula kontaktní termogeneze (zahřívání se navzájem) a často se vyhřívají na slunci. Při chůzi našlapují na polštářky chodidel, na kterých se nachází sekreční políčka vylučující lepkavý sekret. V běhu došlapují na prsty, zakončené nehtovitými kopýtky. Foto Shutterstock.com



◀ **Gundiové** (Ctenodactylidae) jsou severoafričtí hlodavci středního vzrůstu, kteří se vyskytují výhradně na skalnatých či kamenitých lokalitách. Na fotografii je gundi saharský (*Pectinator spekei*), typický druh Afrického rohu. Tito gundiové žijí ve velkých koloniích až o 100 jedinců. Brzy po ránu můžete vidět celé jejich rodinky, jak se vyhřívají na skalních římsách a mezi kamením. Jsou ale prakticky nepolapitelní, protože díky flexibilnímu hrudnímu koši se dokážou vměstnat téměř do každé škvíry. Foto Tomáš Mazuch



▲ Skálomez skákavý (*Oreotragus oreotragus*) je malá antilopka, žijící na skalnatých svazích. Typický postoj skálomezů je způsoben tím, že se pohybují po špičkách kopýtek ostrých jako jehličky. Díky tomu neuklouznou na žádném kameni a v pár vteřinách dokážou vyběhnout i ten nejprudší svah. Tvoří monogamní teritoriální páry, samec a samice se pohybují neustále velmi blízko u sebe. Ačkoliv samci si často vybírají nápadnější místa s dobrým rozhledem a samice se skrývají poblíž. Pár společně obhájí teritorium pomocí duetových zpěvů. Foto David Král

OTEVŘENÉ HABITATY

▼ Prasata rodu *Phacochoerus* (prase bradavičnaté a prase savanové) mají několik pro prasata netypických vlastností. Jsou to denní druhy, které preferují otevřené biotopy a živí se spásáním roztroušené vegetace (v suchém zpravidla období vyhrabávají ze země hlízy). Tato prasata si nehrabou nory, ale ukrývají se do doupat. Mláďata se prvních 6 až 7 týdnů zdržují uvnitř, proto nepotřebují kryptické zbarvení a nejsou tudíž pruhovaná, jako mláďata jiných druhů prasat. Foto: David Král a Tomáš Mazuch



► Bércouni (*Macroscelidea*) jsou drobní hmyzožraví savci ze subsaharské Afriky. Název tohoto řádu je odvozen od speciální stavby dolní končetiny, konkrétně prodlouženého bérce, tj. srůstem lýtkové a holenní kosti. Komunikace bércounů probíhá pomocí dupání a jejich sluch je tudíž specializovaný na hluboké tóny. Na fotografii je bércoun somálský (*Galegeska revoilii*).

Foto: Tomáš Mazuch



◀ Gazela Grantova (*Nanger granti*) je poměrně velká antilopa, vyskytující se v otevřených suchých habitatech. Tato gazela může v otevřené krajině vytvářet poměrně velká stáda. V Keni a Tanzanii se často vyskytuje ve smíšených stádech společně s gazelou Thomsonovou. Mladí samci vytváří mládenecké skupiny, starší samci jsou teritoriální a hlídají si harém přibližně deseti samic. Foto Tomáš Mazuch

► Paviáni pláštíkovi (*Papio hamadryas*) obývají suché habitaty Afrického rohu a Arabského poloostrova. Tvoří tlupy čítající několik desítek až stovek jedinců se složitou hierarchií a vždy jsou striktně patriarchální. Základní jednotkou je harém (jeden samec a přibližně 10 samic), harémy příbuzných samců tvoří klany a ty se ještě mohou sdružovat do větších skupin. Tyto skupiny pak můžete vidět putovat volnou krajinou, i na okrajích vesnic a měst, kde hledají potravu mezi odpadky. Kromě člověka jde o zvíře s patrně nejsložitější hierarchickou strukturou.

Foto Shutterstock.com





KŘOVINNÁ SAVANA

▲ Dikdikové (*Madoqua*) jsou monogamní teritoriální antilopky malého vzrůstu, které jsou aktivní převážně v noci. Pohybují se v nepřehledném křovinném terénu, k čemuž je uzpůsobena jejich komunikace i sociální systém. Mají výrazné preorbitální pachové žlázy (černé políčko u vnitřního koutku oka), hranice teritoria si vyznačují také trusem a pomocí růžků mohou značit stromy. Samci navíc v teritoriu výstražně volají. Monogamie dikdiků je důsledkem života v nepřehledném terénu, kdy je lepší hlídat si jen jednu samici než se snažit najít další. Na snímku je druh *Madoqua saltiana*. Foto Veronika Rudolfová



◀ Antilopa žirafí neboli gerenuk (*Litocranius walleri*) je dlouhonohý a dlouhokrký druh Afrického rohu. Samci mají rohy, kdežto samice jsou bezrohé. Gerenukové okusují listy keřů, k čemuž využívají svůj dlouhý krk, a pokud ani to nestačí, postaví se do typického postoje na zadní nohy a přední si opřou o keř. Tvoří skupinky několika jedinců, typicky pouze jednoho pohlaví. Okrsky samčích a samičích skupin se mohou překrývat a samci jsou s přibývajícím věkem čím dál víc teritoriální. Gerenukové ale nevyhledávají konflikty a když přijde ke keři samec, tak mu samice pouze ustoupí. Foto Shutterstock.com

Adaptace rostlin na toxické půdy

Rostliny se zdvojeným genomem mají pozoruhodnou schopnost přizpůsobení

Dokážou se rostliny adaptovat na nepříznivé podmínky prostředí jako jsou například toxické půdy? Postačuje jim k tomu již odzkoušená genetická variabilita sdílená napříč populacemi nebo musí přicházet stále s novými mutacemi? A jakou roli hraje zdvojení celého genomu, polyploidizace – nejrozsáhlejší mutace kterou z přírody známe? Právě na to se zaměřil tým Evoluční genomiky pod vedením Veroniky Konečné a Filipa Koláře z katedry botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Výsledky jejich výzkumu publikované v prestižním časopise *Nature Communications*, ukázal schopnost rostlin se zdvojeným genomem, polyploidů, rychle se adaptovat na stresující toxické půdy, a to převážně díky opakovaným mutacím v genech zodpovědných za hospodaření s důležitými ionty. Výzkum ale vedl i k prvnímu empiricky doloženému vzniku nových mutací s funkčními důsledky u polyploidů.

Zdvojení kompletní genetické informace je jednou z hnacích sil diverzifikace rostlin. Tato masivní mutace ovlivňující kompletní genetickou informaci, genom, může rostlinám poskytnout důležitý zdroj genetické variability. Právě taková variabilita je důležitá, když rostliny potřebují reagovat na náhlou změnu prostředí a chtějí se této změně rychle přizpůsobit. Polyploidizace poskytuje jakousi „zásobárnu“ genetických variant, která slouží evoluci jako zdroj již ověřených variant – proč znovu vynalézat kolo? Zároveň poskytuje dostatek zkušebního materiálu pro vznik nových mutací, které se mohou ukázat jako výhodné např. během kolonizace nového stanoviště. Role těchto rozdílných zásobáren genetických variant v procesu adaptace u polyploidů však zůstává neznámá.



▲ Modelový druh huseníček rostoucí na hadcové lokalitě v Rakousku. Autor D. Požárová

Jako model pro tento výzkum vědci zvolili přírodní populace huseníčku, které opakovaně kolonizovaly toxický substrát – hadcové půdy, typické přirozeným zvýšeným obsahem těžkých kovů a hořčíku. Hadce se v krajině vyskytují jako izolované ostrovy, na kterých dokáže přežít pouze hrstka dobře přizpůsobených druhů, slouží tedy jako přírodní laboratoře.

Vědci nejprve pomocí klasických ekologických pokusů zjistili, že původem hadcoví jedinci rostou v hadcových půdách mnohem lépe než kontrolní nehadcoví jedinci. Dále zkombinovali nejnovější přístupy v oblasti populační genomiky a našli 61 genů pravděpodobně zodpovědných za toto přizpůsobení, a to opakovaně v různých hadcových populacích huseníčku. Tyto geny jsou například zodpovědné za přepravu iontů přes buněčné membrány nebo reakci na ionty kovů.

Vědci dále zjistili, že převládající zdroj výhodných variant je jejich sdílení

mezi hadcovými populacemi, mohou je tedy získat například od společného předka. Překvapivým zjištěním bylo objevení dvou nezávislých nových mutací v konzervovaném místě v genu kódujícím klíčový protein centrálního transportéru vápníku. Tento gen hraje důležitou roli ve stresové signalizaci a nově nalezené mutace pravděpodobně určují, jak dobře budou přijímány vápenaté ionty, kterých je v hadcových půdách nedostatek.

Paralelní nezávislý vznik nových mutací v rámci druhu je vzácný i u diploidů, příkladem byl vznik nových variant genu kódující laktázu u Evropanů a Afričanů, díky kterým můžeme v dospělosti konzumovat mléko nebo nové varianty genů zodpovědných za resistenci plevelů vůči herbicidům. Výsledky publikované u polyploidního huseníčku jsou však vůbec první dokládající tento mechanismus u polyploidů a obecně ukazují velkou evoluční flexibilitu těchto organismů s duplikovanými genomy. ●



Pastvina divokých koní

Nedaleko pražských Radlic můžete narazit na neobvyklé koně

JAKUB JELEN

Na jaře letošního roku umístila pražská zoo do výběhu na území městské části Praha 5 čtyři koně Převalského. Klisny Khamiina, Xicara, Lana a Gruhne jsou prvními obyvatelkami Dívčích hradů, brzy k nim však přibude i hřebeček, aby se koně mohli přirozeně rozmnožovat. Hříbata pak poputují do Mongolska, kde Zoo Praha již deset let realizuje program na záchranu a vypuštění tohoto druhu koně zpět do volné přírody. Za projekt *Návrat divokých koní* nyní dokonce obdržela nejvyšší možné ocenění, jakého se může zoologické zahradě dostat: WAZA Conservation Award.

KONĚ A PASTVINY

Tento jedinečný chov je tedy nyní možné spatřit i mimo prostory trojské zoo, a to na rozhraní pražských Radlic a Hlubočep. Návštěvníci mají možnost stádo sledovat hned ze tří volně přístupných bezbariérových vyhlídek. Z důvodu bezpečnosti je celý výběh monitorován kamerovými zařízeními i pracovníky zoo. Uvnitř je pak instalován elektrický ohradník, aby se koně nemohli přiblížit k samotnému plotu. Jednou z velkých starostí chovatelů je totiž krmení

návštěvníky – nevhodné krmivo by koním mohlo způsobit zdravotní potíže.

Smyslem projektu je nejen oživit historickou lokalitu Dívčích hradů, ale za pomoci divokých koní, kteří spásají travní porost, přispět rovněž k tomu, aby se na ni vrátila původní společenstva rostlin a živočichů. Téměř dvacetihektarová pastvina, na které se koně prohánějí, byla totiž ještě před nedávnem polem. Velcí kopytníci byli v minulosti přirozenou součástí české krajiny (konkrétně koně Převalského však nejsou původním živočichem české přírody). Díky spásání a rozrušování půdy kopyty připravují koně podmínky pro výskyt pestré mozaiky rozličných druhů kvetoucích bylin. Koňský trus zároveň slouží jako přirozené hnojivo a zdroj potravy pro hmyz. Tato stanoviště pak poskytují útočiště i menším druhům obratlovců či ptáků.

CELODENNÍ VÝLET

Pokud se rozhodnete koně Převalského navštívit, určitě si na výlet vyhradte celý den a nezůstaňte pouze u koňského výběhu. Na lokalitu Dívčí hrady

totiž dále navazuje přírodní památka Ctirad. V tomto chráněném území je možné najít především uměle odkryté geologické vrstvy, které jsou bohaté na zkameněliny z období prvohor od siluru po devon. Právě zde údajně našel první české zkameněliny i Joachim Barrande.

Za návštěvu dále stojí zdejší vyhlídka, ze které se návštěvníkům naskytne pohled na Prahu s Vltavou, vidět je mimo jiné např. Vyšehrad, Žižkovská věž, Podolí či Pankrác. Od Ctirada je možné vydat se po vrstevnici kolem mnoha dalších vyhlídek až k bývalému hradišti Děvín, kde stál hrad postavený zřejmě ve 14. století Štěpánem z Tetína. Dnes jsou z něj však patrné pouze základy zdíva. Pokračovat můžeme na vrch Děvín, ze kterého je opět výhled na Prahu. Vrchol je součástí přírodní rezervace Prokopské údolí, která je oblíbeným místem mnoha Pražanů, a to nejen díky četným odpočinkovým plochám nebo krásné přírodě. Z Děvína je tedy vhodné sestoupit na jeho začátek a užít si téměř 4 km dlouhou procházku podél Dalejského potoka, kterou je nejlepší zakončit v místním pivovaru. ●

Mramorové mléko

Povrchové napětí umožňuje na povrchu kapaliny tvořit krásné barevné obrazce

JAKUB REŽŇÁK

Co budete potřebovat

- hluboký talíř nebo misku
- nízkotučné a plnotučné mléko
- smetanu ke šlehání
- čisticí prostředek na nádobí
- potravinářská barviva
- plastovou pipetu
- malé kelímky (20–100 ml)
- vatové tyčinky

Postup

Do kelímků připravte roztoky potravinářských barviv. Plnotučné mléko nalijte do talíře a na hladinu opatrně nakapejte roztoky barviv. Do čisticího prostředku namočte vatovou tyčinku, opatrně se s ní dotkněte hladiny mléka a pozorujte, co se začne dít. Pokus opakujte s nízkotučným mlékem a se smetanou. Také vyzkoušejte, co se stane s barvami, když hodně nasátou tyčinku necháte delší dobu ponořenou ve smetaně.

POZOROVÁNÍ

Barvivo vytváří na hladině plnotučného mléka barevné skvrny. Na hladině nízkotučného mléka se tyto skvrny více rozpíjí do okolí. Na hladině smetany vznikají výrazně menší. Pokud se hladiny mléka pokryté barevnými skvrnami dotkneme tyčinkou namočenou v čisticím prostředku, dojde téměř okamžitě k prudké reakci. Veškeré barvivo „uteče“ směrem k okraji talíře. Podobný děj pozorujeme i na hladině smetany, ale zde probíhá pomaleji. Když necháte tyčinku ponořenou ve smetaně delší dobu, začnou z ní proudit barvy směrem k okraji talíře.

PROČ BARVY UTÍKAJÍ OD TYČINKY?

Na hladině vody a dalších kapalin vzniká blána, na které „plavou“ malé



předměty. Efektu, který způsobuje toto chování hladiny kapalin, se říká *povrchové napětí*. Molekuly vody se mezi sebou navzájem přitahují výrazně víc než s atomy a molekulami vzduchu, následkem čehož vzniká tato neviditelná blána. Barvivo, které jsme opatrně nakapali, se drží hladiny a neobarví celé mléko.

Čisticí prostředky obsahují látky nazývané tenzidy neboli povrchově aktivní látky. Tenzidy snižují povrchové napětí kapalin. Vložení tyčinky do mléka má tedy za následek protržení blány na hladině. Výsledný efekt je stejný, jako když praskne balónek nebo bublina. Blána na hladině se stejně jako balónek okamžitě stáhne směrem od místa protržení. Barvivo na hladině je taženo spolu s ustupující blánou a utíká tedy k okraji talíře.

PROČ SE SMETANA CHOVÁ JINAK?

Hlavní rozdíl mezi nízkotučným mlékem, plnotučným mlékem a smetanou je v obsahu tuku. Tuk se ve vodě nerozpouští. Místo toho se v mléce vyskytuje v podobě miniaturních kuliček (micel), které obsahují také bílkoviny, vitamíny a sloučeniny vápníku. Nízkotučné mléko má velmi malý obsah tuku a chová se téměř jako voda. Smetana má podíl tuku naopak vysoký a je hustší než nízkotučné mléko.

Tenzidy z čisticího prostředku se dostávají do micel a obalují tuk. Část z nich se takto vychytá a nemůže narušovat povrchové napětí smetany. Narušení povrchového napětí proto trvá déle a probíhá pomaleji. Část barviva nakapaného do smetany se navíc natchytá do micel. Uvolňování barviva z micel poté pozorujeme jako proudy barvy. ●

Přehled bakalářských studijních programů a jejich specializací na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy

PŘIHLÁŠKY DO 28. 2. 2022!

Biologie

- Bioinformatika (spolu s MFF UK)
- Biologie
- Biologie se zaměřením na vzdělávání
- Ekologická a evoluční biologie
- Molekulární biologie a biochemie organismů

Chemie

- Biochemie
- Chemie
- Chemie a fyzika materiálu
- Chemie se zaměřením na vzdělávání
- Klinická a toxikologická analýza
- Medicinální chemie

Ochrana prostředí

- Ochrana životního prostředí

Geografie

- Aplikovaná geografie, specializace:
Fyzická geografie a geoinformatika
Sociální geografie a geoinformatika
- Demografie, specializace:
Demografie se sociální geografii (v rámci PřF UK)
Demografie se sociologií (ve spolupráci s FF UK)
Demografie s historií (ve spolupráci s FF UK)
- Geografie a kartografie
- Geografie se zaměřením na vzdělávání
- Hydrologie a hydrogeologie

Programy v kombinaci s matematikou nebo fyzikou probíhají ve spolupráci s MFF UK, s dějepisem s PedF UK a s tělesnou výchovou s FTVS UK.

Geologie

- Geologie
- Geologie se zaměřením na vzdělávání (pouze ve sdruženém studiu, nelze „jednooborově“)
- Geotechnologie
- Hospodaření s přírodními zdroji
- Praktická geobiologie
- Vědy o Zemi
- Geoarcheologie

Učitelství přírodovědných předmětů

Studijní programy zaměřené na vzdělávání lze kromě „jednooborových“ variant (biologie; chemie; geografie) studovat v tzv. sdruženém studiu, kdy jsou vyhlášovány pevné kombinace programů. Předpokládá se, že v „hlavním“, to je prvním uvedeném programu, budete zpracovávat závěrečnou práci.

Kombinace programů:

- Biologie-Chemie
- Biologie-Fyzika
- Biologie-Geografie
- Biologie-Geologie
- Biologie-Matematika
- Chemie-Biologie
- Chemie-Fyzika
- Chemie-Geologie
- Chemie-Matematika
- Geografie-Biologie
- Geografie-Dějepis
- Geografie-Matematika
- Tělesná výchova-Geografie
- Geologie-Biologie
- Geologie-Chemie



Přírodovědcem.cz



PŘÍRODOVĚDECKÁ
FAKULTA
Univerzita Karlova

DEN OTEVŘENÝCH DVEŘÍ NA PŘF UK

14. – 15. 1. 2022

AREÁL ALBERTOV, PRAHA 2

VÍCE NA:

www.natur.cuni.cz

www.prirodovedcem.cz

Studuj přírodovědu na Karlovce – aplikaci pro
uchazeče stahuj na: www.prirodovedcem.cz/app



STAHUJTE NA
Google Play



STAHUJTE NA
App Store



Přírodovědcem.cz



PŘÍRODOVĚDECKÁ
FAKULTA
Univerzita Karlova