

Př

PŘÍRODOVĚDCI.CZ

TÉMA ČÍSLA

# Hranice

Magazín Přírodovědecké fakulty  
Univerzity Karlovy 02/2021

Utopie světa bez hranic 8

Evropská integrace na hranicích 16

Vulkán z ptačí perspektivy 32

NOC  
VĚD  
CŮ

$t_{\text{(téma)}} = \text{ČAS}$

24.09.2021

Kolik času zbývá? Záleží na úhlu pohledu.  
Čas můžeme a nemusíme měřit. Vybízí ale k nekonečné  
fantazii a otevírá dobrodružný svět. Odhalme společně  
tajemství relativity, nesmrtelnosti, stárnutí nebo vývoje.  
Přijďte včas a poznejte čas nejen jako fyzikální veličinu.

MINULÝ

PRÍTOMNÝ

BUDOUCÍ

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



Existenci hranic nám důrazně připomněla pandemie covidu. Hranice, které jsme si už zvykli vnímat jen jako virtuální čáry na mapách a kterých jsme si při cestách ani často nevšimli, najednou ožily a získaly zpět svoji funkci linie, vymezující odlišné podmínky pro život... V tomto čísle jsme se rozhodli představit různé typy a funkce hranic, které odlišují regiony na Zemi ať z hlediska přírodních podmínek, nebo společenských a politických uspořádání.

Podíváme se na hranice litosférických desek jako základních stavebních prvků, určujících hranice kontinentů. Sled geologických procesů v průběhu historie Země stojí za rozložením geologických útvarů, formujících dnešní krajinu. Reliéf a klima určují rozložení řady fenoménů, které mají jasné prostorové ohraničení, jako je sněžná čára nebo hranice lesa, celý komplex přírodních podmínek pak hranice výskytu biologických druhů. Samostatnou kapitolu představují hranice, definované politicky a společensky, na které se podíváme jak teoreticky, tak na konkrétních příkladech. A nakonec u nás máme Hranice, které sice nic neoddělují, ale jsou tak zajímavé, že stojí za to si o nich nejen přečíst, ale třeba se tam v létě vypravit!

**prof. RNDr. Jakub Langhammer, Ph.D.**,  
proděkan pro informační technologie,  
vnější a vnitřní vztahy

# Obsah



## CO NOVÉHO

- 4 | První moderní Evropanka
- 6 | Je evoluce předvídatelná?
- 7 | Přímý pohled do života kořenů

## TÉMA – HRANICE

- 8 | Utopie světa bez hranic
- 12 | Hranice druhů
- 14 | Sněžná čára v měnícím se klimatu
- 16 | Evropská integrace na hranicích
- 18 | Hranice geologických těles
- 20 | Když je hranice skrytá...
- 22 | Proč stromy nerostou všude?
- 24 | Propast beze dna

## ROZHOVOR S PŘÍRODOVĚDCEM

- 26 | O slastech a strastech geoinformatiky

## PŘÍRODOVĚDCI UČITELŮM

- 28 | JVK letos po desáté

## STUDENTI

- 29 | Nové naděje české vědy

## KULTURA

- 30 | Nacházíme se v „mezí stavu“?

## NAŠE PUBLIKACE

- 31 | Život a dílo renesančního kartografa
- 31 | Malý ostrov taky ostrov

## PŘÍRODOVĚDCI OBRAZEM

- 32 | Vulkán z ptačí perspektivy

## PŘÍRODOVĚDA AKTUÁLNĚ

- 36 | Jednosměrná silnice nebo labyrint?

## TIP NA VÝLET

- 37 | Česká trojmezí

## VYZKOUŠEJTE SI DOMA

- 38 | Tančící fazole

## KALENDÁŘ PŘÍRODOVĚDCŮ

- 39 | Kalendář Přírodovědců

## 2 | 2021 | ROČNÍK X.

### NÁZEV

Přírodovědci.cz – magazín  
Přírodovědecké fakulty Univerzity  
Karlovy

### PERIODICITA

Čtvrtletník

### CENA

Zdarma

### DATUM VYDÁNÍ

13. 8. 2021

### NÁKLAD

10 000 ks

### EVIDENČNÍ ČÍSLO

MK ČR E 20877 | ISSN 1805-5591

### EDITOR

Petr Souček  
petr.soucek@natur.cuni.cz

### REDAKČNÍ RADA

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

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

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

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

### KOORDINÁTOR PROJEKTU

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

### KOREKTURY

imprimis

### GRAFIKA

Štěpán Bartošek

### TISK

Trianglprint

### ILUSTRACE NA OBÁLCE

Sněžná čára se v horském masivu  
Kilimandžára pohybuje v nadmořské  
výšce cca 5500 m n. m.  
*Foto Petr Jan Juračka*

### VYDAVATEL | ADRESA REDAKCE

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

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

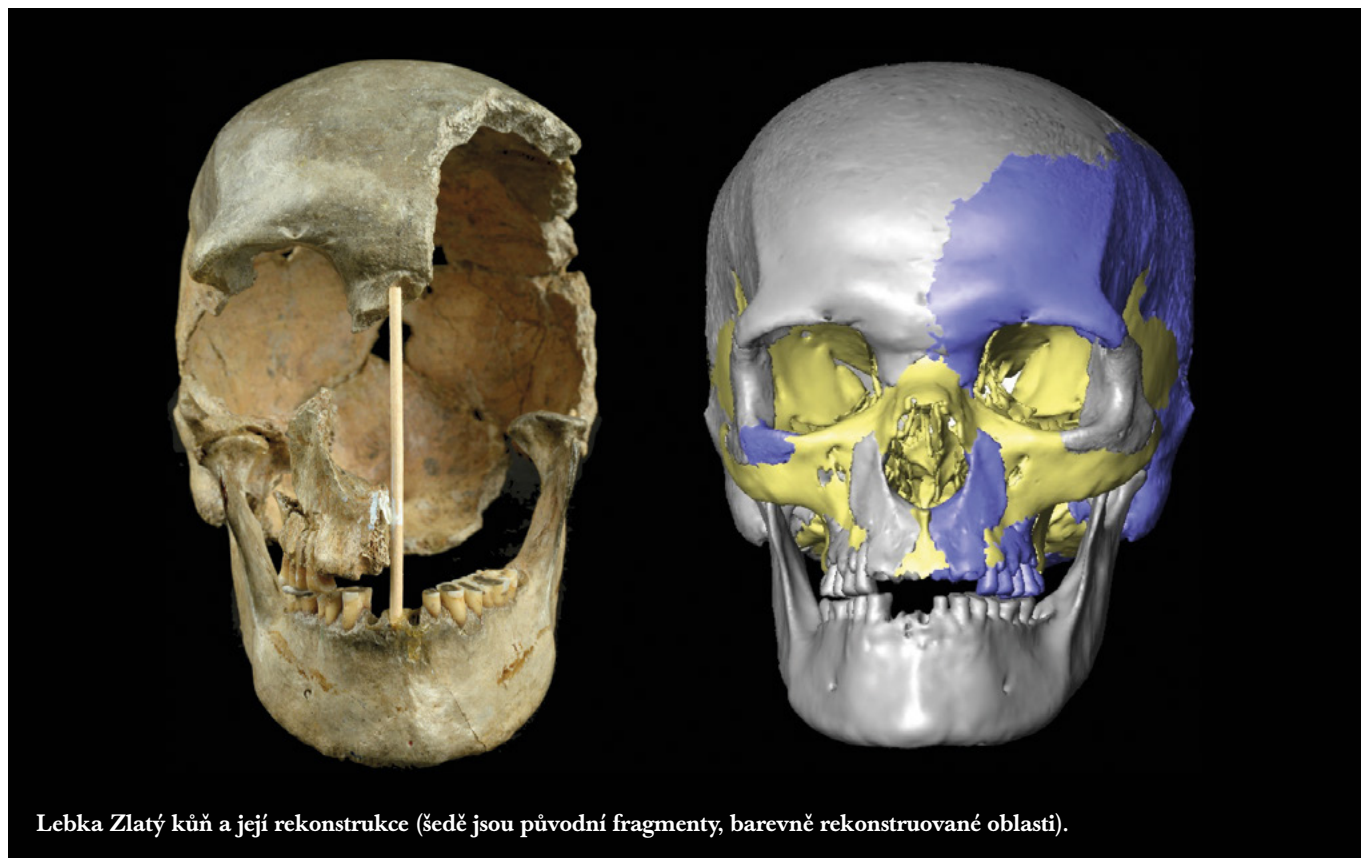
Přetisk článků je možný pouze se  
souhlasem redakce a s uvedením zdroje.

© Přírodovědecká fakulta  
Univerzity Karlovy 2021

# První moderní Evropanka

Nejstarší známý genom moderního člověka pochází z Koněpruských jeskyní

REBEKA RMOUŤILOVÁ



Lebka Zlatý kůň a její rekonstrukce (šedě jsou původní fragmenty, barevně rekonstruované oblasti).

Foto Marek Jantůš, rekonstrukce Rebeka Rmoutilová

První moderní lidé přišli z Afriky do Evropy před 40 až 50 tisíci lety, když byl evropský kontinent osídlen neandertálci. Jelikož kosterních nálezů těchto prvních příchozích není mnoho, každý nález přispívá do této mozaiky důležitým dílkem. Podle nedávné studie mezi ně můžeme počítat i ženu z Koněpruských jeskyní.

Zlatý kůň, jak jsou tyto lidské kosterní pozůstatky označovány, byly objeveny v 50. letech při práci ve vápencovém lomu na úpatí stejnojmenného kopce. Jeskyně nebyla v tomto případě obydlím fosilních lidí, ale žena se dovnitř dostala skrz otvor ve stropě, který se postupně

zevnitř uzavřel napadaným materiálem. Stejný osud potkal i různá zvířata jako například zajíce, jelena, koně, medvěda či hyenu, podle jejichž kostí si můžeme udělat obrázek o tehdejší fauně.

## MLADŠÍ, NEŽ JAK VYPADÁ?

Z kostry ženy se kromě několika žeber a obratlů dochovala lebka, která byla po objevu považována za pozůstatek jednoho z prvních Evropanů. Datování se opíralo především o nálezy fauny, kamenné nástroje a morfologickou podobnost lebky s jinými svrchně paleolitickými nálezy. Pro zjištění absolutního stáří bylo v roce 2002 provedeno přímé

radiokarbonové datování fragmentu z lebeční báze, které nečekaně ukázalo mnohem mladší stáří Zlatého koně, kolem 15 tisíc let.

Nové datování zařadilo Zlatého koně do období magdalenien, což dobře zapadalo do lokálního kontextu svrchního paleolitu kolem Berouna. Zlatý kůň se tím posunul do období po maximálním rozsahu ledovce v poslední době ledové, během kterého došlo k populačním pohybům lidí. Tyto populační přesuny způsobily snížení genetické variability a měly vliv i na změnu kraniofaciální morfologie.

Na základě těchto poznatků byla provedena podrobnější analýza lebky Zlatý kůň, které předcházela rekonstrukce lebky kvůli její nekompletní zachovalosti. Zrekonstruovaná lebka umožnila zjistit důležité rozměry, které byly porovnány s dalšími fosilními nálezy ze svrchního paleolitu. Tato analýza ukázala, že lebka je skutečně morfologicky bližší populaci, která žila v Evropě ještě před ledovcovým maximem, čímž se potvrdily závěry pozorované předchozími antropology na základě vizuálního porovnání.

### NA VINĚ JE HOVĚZÍ

Rozpor mezi radiokarbonovým datováním a výsledkem nové morfologické analýzy vedl antropology Jaroslava Brůžka z Přírodovědecké fakulty UK a Petra Velemínského z Národního muzea k oslovení kolegů z Max Planckova institutu, z jejichž spolupráce vzešla studie publikovaná v dubnu 2021 v časopise Nature Ecology & Evolution. S cílem definitivně objasnit stáří nálezu, podrobili Zlatého koně celkem třem novým radiokarbonovým analýzám. První dvě datování dala velmi rozdílné výsledky (27 a 19 tisíc let), a proto prošel třetí vzorek speciální úpravou, která ho zbavila velké části kontaminace pocházející především z látek rostlinného původu. Datování podle tohoto posledního vzorku bylo nejstarší (34 tisíc let).

Na základě metagenomické analýzy se následně zjistilo, že Zlatý kůň byl značně kontaminován hovězí DNA z moderního skotu, která se do fosilie dostala při laboratorním ošetření nálezu. Kostí po objevu v jeskyni byly totiž velmi vlhké a při vysychání se začínaly rozpadat, čemuž se naštěstí podařilo zabránit potíráním kličovou vodou. Klič fosilii

► **Proškův dóm ve vápencovém návrší Zlatý kůň, ve kterém byly objeveny kosterní nálezy.** Foto Alexandr Komaško

zpevnil, zároveň ji však kontaminoval hovězím kolagenem, jehož stopu nebylo možné při datování ze vzorků odstranit, a tak fosilii do určité míry „omladil“. Přímé datování ukázalo, že Zlatý kůň pochází ze staršího období před ledovcovým maximem, bohužel však nebylo možné zjistit přesné stáří nálezu.

### NEANDERTÁLCI V RODOKMENU

Autoři studie se nenechali odradit. Podařilo se jim izolovat DNA Zlatého koně z 15 mg kostního prášku odebraného ze skalní kosti. Nejprve analyzovali mitochondriální DNA (mtDNA), která se z fosilního materiálu snáze získává, protože mitochondrie jsou v buňce přítomny v mnoha kopiích. Zlatý kůň patří podle mtDNA do haploskupiny N, kterou měli i moderní lidé žijící na úplném začátku svrchního paleolitu. Následně byla provedena i analýza jaderného genomu, ve kterém se našly stopy neandertálské DNA.

Je dobře známo, že moderní lidé se na své cestě z Afriky s neandertálci mísili, k čemuž došlo především na území Blízkého východu, odkud se lidé šířili na další kontinenty. Všichni kromě obyvatel

Afriky tak dnes mají zhruba 2–3 % neandertálské DNA. U Zlatého koně neandertálská DNA tvořila také cca 3 % genomu. Co však upoutalo pozornost vědců, byla délka neandertálských segmentů roztroušených po genomu Zlatého koně. Jejich délka se totiž kvůli genetické rekombinaci každou generaci zkracuje, což umožňuje relativně datovat nález vzhledem k době mísení. Neandertálské segmenty byly u Zlatého koně delší než u dosud nejstaršího osekvenovaného genomu moderního člověka z lokality Ust'-Ishim na Sibiři, který je starý 45 tisíc let. To znamená, že Zlatý kůň žil blíž době mísení a pravděpodobně je tak ještě o několik set let starší než Ust'-Ishim.

Zlatý kůň se dostal na pozici prvního moderního člověka v Evropě. Není však přímým předkem současných lidí, protože podrobnější analýza jeho genomu ukázala, že pocházel z populace, která zanikla bez přispění k pozdějším populacím Evropy. Moderní metody umožňují odhalovat stále nové poznatky o starých fosilních nálezech, a tak si můžeme být jisti, že o Zlatém koni ještě brzy uslyšíme. ●



# Je evoluce předvídatelná?

Výzkum adaptací horských huseníčků přinesl velice zajímavé výsledky

MAGDALENA BOHUTÍNSKÁ

Dá se předvídat, pomocí kterých genů se organismy vypořádají se změnami prostředí? Jak se geneticky přizpůsobí změnám klimatu, znečištění přírody nebo novým patogenům? Výzkum vědců vedený týmem Evoluční genomiky na katedře botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, publikovaný v prestižním časopise Americké akademie věd (PNAS), ukázal, že to do jisté míry možné je – především při srovnání blíže si příbuzných populací a druhů.

K této odpovědi vědce dovedl výzkum tzv. konvergentní (opakované) evoluce. Pokud se totiž určité výzvě prostředí opakovaně adaptuje podobným způsobem více jedinců nebo druhů, poskytuje to přírodní experiment, díky němuž je možné vystopovat opakovatelnost, a tedy i předvídatelnost evoluce.

Výzkum probíhal na planě rostoucích modelových rostlinách huseníčků a jejich opakovaném přizpůsobení vysokohorskému prostředí. Nehostinnost tohoto prostředí si vědci během výzkumu mnohokrát vyzkoušeli doslova na vlastní kůži: ať už šlo o spáleniny způsobené UV zářením, intenzivní chlad a teplotní výkyvy, či prudký vítr. Huseníčky se ovšem s těmito výzvami v průběhu evoluce vypořádaly úspěšně: vědci odhalili 150 genů, jejichž pozměněním se rostliny adaptovaly horskému prostředí. Většina z těchto genů je odpovědí právě na vysoké dávky UV záření, nízkou teplotu, krátkou letní sezónu, odlišné složení půdy atd.

Jak to souvisí s otázkou předvídatelnosti evoluce? Při srovnání takových „horských“ genů ze dvanácti nezávislých přírodních experimentů v alpském



▲ Nížinné (dole) a z nich opakovaně vzniklé a přizpůsobené horské (nahore) formy huseníčku. Foto autoři studie

prostředí se ukázalo, že blízké příbuzné populace se častěji přizpůsobují pomocí stejných genů než vzdálenější druhy. Díky modelování evolučních scénářů se navíc podařilo dokázat, že za tímto jevem stojí schopnost těchto populací sdílet výhodné mutace. Ty si je buď půjčují křížením s již adaptovanými populacemi, nebo je zdědí od společného předka.

Dohromady tyto výsledky ukazují, že čím blíže jsou si populace nebo druhy příbuzné, tím větší je šance, že zdědí již odzkoušenou genetickou výbavu vhodnou k přizpůsobení. Z toho se dá odvodit řada praktických poznatků – například

že rezistence k herbicidům vyvinutá u jedné rostliny se s velkou šancí může vyskytnout i u její příbuzné. Nebo že pokud se nějaký druh ryby vypořádá s průmyslovým znečištěním vody, podaří se to pravděpodobněji i jemu blízkému druhu.

Na výzkumu se podílely tyto vědecké instituce: Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy (primární pracoviště prvního i korespondujícího autora), Botanický ústav Akademie věd, Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity, University of California Davis a Science for Life Laboratory, Stockholm University. ●

# Přímý pohled do života kořenů

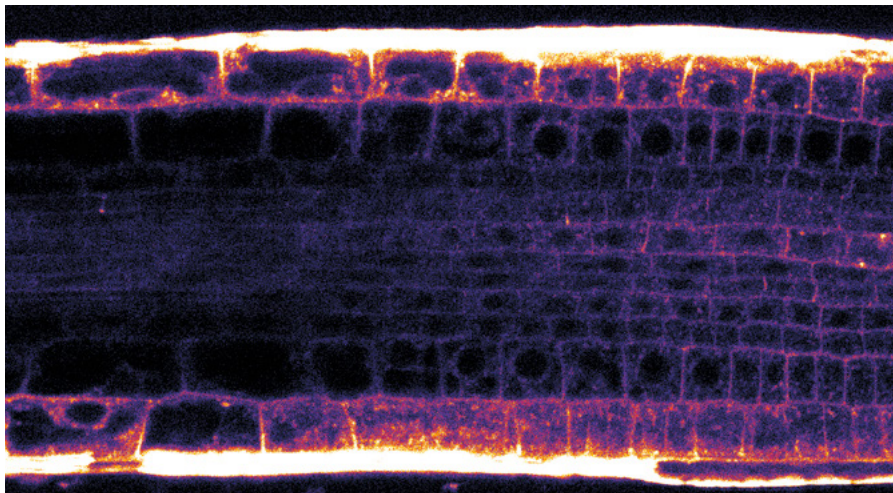
Vědci z naší fakulty poodhalili tajemství pohybu rostlin

MICHAL ANDRLE

Ve všech vyšších rostlinách se vyskytuje hormon auxin, resp. skupina látek podobné struktury a funkce. Právě on se podílí na velké části procesů formování rostlinného těla od zárodku po jeho zánik. Je také nepostradatelný pro rostlinné tropismy, tedy růstové pohyby, jimiž se rostlina přiklání k nějakému atraktantu či se od něj odklání (například slunečnice za sluncem). Na přesnou analýzu reakce buněk rostlinných kořenů na fytohormon auxin se zaměřil tým doktora Matyáše Fendrycha z Přírodovědecké fakulty UK. Výsledky výzkumu byly nedávno publikovány v prestižním vědeckém časopise *Nature Plants*. Na studii se podíleli také vědci z VŠCHT a University of Tasmania.

Výzkumu růstu kořenů se zmíněný tým věnuje dlouhodobě, zabývá se především gravitropismem (orientací kořene vůči gravitačnímu poli Země). „Gravitace je to první, v čem se rostoucí kořen rostliny orientuje v případě, že nemá k dispozici jiné navigační klíče, jako je například voda,“ vysvětluje Matyáš Fendrych.

Centrem pro vnímání gravitace je tzv. kořenová čepička na úplně špičce kořene. Samotná reakce na gravitaci však v kořenu probíhá na jiném místě, v tzv. elongační zóně. Aby dokázala rostlina správně zareagovat, musí být tato dvě místa informačně propojena. Spojení mezi oběma zónami zajišťuje právě rostlinný hormon auxin. Když kořenová špička zjistí, že se změnil směr gravitace (když kořen špatně zatočí), vyšle auxinový signál na spodní stranu kořene, který tamním buňkám sdělí, že mají přestat růst, a kořen tak může změnit směr svého růstu.



▲ Optický řez kořenovou špičkou modelové rostliny huseničku (*Arabidopsis thaliana*), ve které jsou buňky zvýrazněny podle membránového potenciálu; čím silnější signál, tím depolarizovanější plazmatická membrána. Foto Nelson BC Serre

Doposud se mělo za to, že odpověď buněk na auxin vypadá tak, že se hormon naváže na receptor, což spouští kaskádu molekulárních procesů. Výsledkem je transkripce (přepsání) některých genů a následná reakce buňky. To však zabere přinejmenším pět minut. Vedle toho ale existují velmi rychlé, nižší desítky vteřin trvajících odpovědi na auxin, u kterých neznáme molekulární mechanismus a ani jejich význam pro gravitropismus kořenů. „Během své předchozí práce v IST (Institute for Science and Technology) v Klosterneuburgu v Rakousku jsem zjistil, že reakce buněk na auxin dokáže být nečekaně rychlá, což není v souladu s tím, jak chápeme auxinovou signální dráhu,“ popisuje geny aktuálně řešeného problému Fendrych. „Přesně tento problém se náš tým pokouší rozlousknout – a náš nový článek nás přibližuje k pochopení mechanismu rychlé odpovědi na auxin,“ vysvětluje Fendrych.

Vědci vyšli z dnes již pozapomenutých pozorování rostlinných fyziologů z předmolekulární éry, která ukazovala, že přítomnost auxinu mění rozložení elektrického náboje na obou stranách buněčné membrány, tzv. membránový potenciál. Právě tento potenciál je pro život buňky nesmírně důležitý – pomáhá jí totiž mimo jiné pomoci s transportem nejrůznějších látek dovnitř a ovlivňuje tak její metabolické i signální děje. „Již několik dřívějších prací ukázalo, že přítomnost auxinu dokáže také proměňovat poměr náboje na membráně (tzv. ji depolarizovat) a tím ovlivnit membránový transport. Doposud ale nikdo nezačal zjišťovat, proč se to vlastně děje a jaký význam má depolarizace pro gravitropismus kořene,“ popisuje Fendrych. **Nature plants XXX, DOI 10.1038/S41477-021-00969-Z** ●

PRÁCE TÝMU JE PODPOŘENA JUNIORSKÝM GRANTEM EVROPSKÉ VÝZKUMNÉ RADY (ERC).

# Utopie světa bez hranic

Význam hranic se mění, jejich úplné  
zmizení ovšem očekávat nelze

PAVEL CHROMÝ





◀ **Neprostopná bariéra, tzv. železná opona, oddělovala Východ od Západu po 40 let. Doufejme, že bez takových hranice se náš svět v budoucnu již obejde.** *Foto Shutterstock.com*

Není snad den, kdy bychom v médiích nečetli nebo neslyšeli slovo hranice. Problémy spojené s existencí hranic, jejich uzavíráním, (ilegálním) překračováním, zpochybnováním, budováním, změnami apod., se ve veřejném prostoru aktuálně diskutují tak často, že pomalu přestáváme rozlišovat, o kterých hranicích je zrovna řeč, jak odlišné funkce a významy mohou hranice mít, jaké efekty mohou vyvolávat a co nám jejich sledování umožňuje pochopit.

Pojďme se společně podívat, co všechno se za tímto pojmem může skrývat a proč hranice nepřestávají podněcovat zájem vědců o jejich výzkum, i když by se mohlo zdát, že k nim již vše podstatné bylo řečeno. Mnoho z minulých – tedy již nefunkčních – hranic navíc zmizelo ze světa pouze zdánlivě, a aniž bychom si to uvědomovali, jsou i nadále součástí prostředí, ve kterém žijeme.

## OMEZENÍ I PŘÍLEŽITOST

Pod slovem hranice si asi nejčastěji vybavíme čáru, mez, předěl či zónu vymezující nějakou entitu nebo oddělující dvě prostředí, a to nejen ve smyslu rozdílných území, ale i jednotlivců nebo skupin lidí. Přírodní (přirozené) i umělé (člověkem vytvořené) hranice v lokálním, regionálním i globálním měřítku ovlivňují životy nás všech, naše chování

▶ **Pozůstatky obranné linie Československa, uskupení bunkrů, srubů a pevností vybudovaných před 2. světovou válkou, dnes tvoří neodmyslitelnou součást paměti krajiny našeho pohraničí.** *Foto P. Chromý*

a jednání v různých prostorových, časových i společenských kontextech. Narážíme na ně ve své každodenní činnosti a zároveň se jim podřizujeme. Intuitivně víme, jak se jimi řídit nebo jak je obcházet, narušovat a překonávat i které meze bychom překračovat neměli.

Hranice ovšem nemusí být nazírány jen negativně (ve smyslu překážky, bariéry nebo krajní meze), mohou být i impulzem pro rozvoj území a společnosti, prvkem posilujícím sociální kapitál (vzájemnou důvěru, angažovanost, spolupráci), ale i kolektivní identitu – pocit a vědomí vzájemné sounáležitosti lidí. V neposlední řadě se mohou stát i dědictvím, tedy významy obdařeným symbolem připomínajícím minulost, svědectvím, které by mělo být uchováno a předáno budoucím generacím.

## OBNOVENÍ ZÁJMU

Přestože jsou hranice klíčovou kategorií (hlavně politické) geografie již od 19. století a dalo by se konstatovat, že jsou tématem tradičním a dostatečně probádaným, studium hranic je překva-

pivě stále aktuální. Zájem o ně se obnovil se zhroutilím bipolárně uspořádaného světa a rozpadem řady zemí především v bývalém tzv. východním bloku. Nové impulzy dodaly výzkumu hranic i nástup globalizace a prohlubující se ekonomické a informační propojování světa, vznik a rozšiřování nadstátních integračních uskupení (např. EU, NAFTA), ale i emancipace územních, etnických a náboženských komunit, revitalizace historických regionů i prosazování myšlenek (neo) regionalismu.

Od přelomu milénia – s rostoucími problémy souvisejícími s terorismem a děním ve světě po událostech 11. září 2001 v New Yorku – logicky rostl význam řešení otázek souvisejících s liniemi štěpícími společnosti mnohdy vzdálené i tisíce kilometrů od původních geografických rozhraní. V posledních letech jsme pak svědky revize funkcí hranic územních celků v důsledku migrační krize či hledání řešení problémů spojených se světovou pandemií koronaviru. De facto všechny výše uvedené procesy a události (integrační i dezintegrační



povahy) nás vedou k přehodnocování významů a funkcí dělicích linií jak mezi civilizačními okruhy, národy a státy, tak i správními celky a regiony uvnitř zemí.

### HISTORICKÁ PODMÍNĚNOST

Počet hranic mezi státy se v posledních desetiletích postupně zvyšoval. Existuje-li ve světě přibližně 200 států a přibližně 500–600 „národů“, existují stovky hranic a v souladu s tím i stovky (často sporných) narativů o národních hranicích, historických rolích hranic apod. Vzhledem k tomu, že hranice jsou obvykle spojeny s válkou a násilím, konflikty, vítězstvími i porážkami, často tvoří klíčovou součást široce chápané národní identity, „ikonografie“, symboliky a vyprávění. Na opačných stranách každé hranice existuje přinejmenším jeden specifický „příběh o hranici“!

Je třeba si uvědomit, že hranice jsou historicky podmíněné a jejich vymezení, formy, funkce a významy se neustále mění. Proto je oprávněné nahlížet na hranice vedle prostorového hlediska (hranice liniové a zonální) i z hlediska „času“ (aktuální a minulé). Proto můžeme – nejčastěji v kontextu pokusů o jejich



revitalizaci – slyšet diskuze o hranicích historickogeografických. Tedy hranicích původních, reliktních, které vymezovaly historické regiony, v některém období minulosti byly funkční, oddělovaly jednotky s odlišným osídlením a systémem správy, územní komunity lišící se kulturou, tradicemi, architekturou, ale i např. způsoby hospodaření v krajině.

◀ **Zdrojem informací o dějinách území mohou být i hraniční znaky. Na řadě z nich je dosud zřejmé, které útvary hranice v minulosti vymezovala. Na hranici s Polskem tak na hraničních meznících nacházíme „D“, což je dáno tím, že hranice Německa byly po 2. světové válce posunuty na západ a pohraničí původně česko-německé se stalo česko-polským.** *Foto P. Chromý*

### RELIKTY A FANTOMY

Reliktní hranice buď mohou být patrné v terénu (v kulturní krajině), nebo zaznamenány v pomístních názvech, v literatuře, vyprávění, v archívních pramenech (např. na starých plánech a mapách, starých leteckých snímcích) apod. Mohou se stát i dědictvím, kterým si připomínáme minulost. Příkladem může být Berlínská zeď, hlavní symbol studené války a železné opony, která oddělovala západní, kapitalistický svět od východního, socialistického bloku a po celá desetiletí toto rozlišení také symbolizovala. Později se její dramatické odstranění stalo symbolem zhroutilosti geopolitické hranice mezi Východem a Západem a dnes existuje pouze jako relikv a turistická atrakce v berlínské městské krajině.

**Jeden ze symbolů studené války –  
Braniborská brána, vstup  
do někdejšího Západního Berlína.**

*Foto Shutterstock.com*



Původní (politické) hranice, které v určité oblasti již de iure neexistují, a přesto jsou stále zřejmé v různých formách sociálních či politických jevů a v chování populace, se v geografii označují pojmem „fantomové hranice“. Základním předpokladem jejich existence je zánik či změna původního státu, historické země či regionu a vznik nové jednotky s nově vymezenými hranicemi, příp. i přesídleným obyvatelstvem. Rozdíly mezi původními regiony však i nadále přetrvávají. Velmi často jsou patrné např. v odlišných prostorových vzorcích volebního chování. Obyvatelé těchto oblastí nemusejí být přímými pamětníky původního (politického) uspořádání, událostí a procesů, které se na území odehrávaly, a přesto se jejich (politická) kultura odvozuje od systému hodnot a norem zakořeněných na území.

Takové hranice mohou vzniknout buď teritoriálními změnami, kdy se území dostalo pod kontrolu jiného celku – hranice byla posunuta, ale původní populace v území zůstala. Anebo mohlo v některých oblastech dojít k významným politickým, sociodemografickým a kulturním změnám, ale přitom zůstaly pod kontrolou původního celku (státu).

Tento druhý případ bychom si mohli ilustrovat našim po 2. světové válce přesídleným a nedostatečně dosídleným pohraničím (hranice zůstávají – přesunuta byla populace). Vzhledem k mimořádně složitému historickému vývoji v průběhu 20. století však ve střední Evropě najdeme i území, která jsou příkladem kombinace obou uvedených situací. Tedy oblasti, ve kterých došlo jak k územním změnám, tak k obměně populace (např. západní Polsko).

### **SVĚT BEZ HRANIC?**

V krajině, na mapách či v našich myslích vytvářejí hranice prostor svébytnosti a suverenity, a jsou tak klíčovými místy, kde se setkávají dva odlišné světy (vnitřní a vnější, náš a svět ostatních/jiných). Pojmeme hranice můžeme označovat ty reálně existující, zachytitelné a viditelné předěly v prostoru (fyzikogeografické, státní, administrativní) nebo hranice kulturní, etnické, symbolické – skryté v myslích lidí, vzorcích chování a jednání komunit. Hranice je vnímána jako ohraničení a symbol území jak pro vytváření jeho identity chápáné navenek (image),

► **Hranice Česka patří k nejstarším a nejstabilnějším v Evropě. Vedle Hlučínska došlo po vzniku Československa k novému vymezení hranice i v oblasti Valticka a Vitorazska. Gmünd, ležící po staletí při administrativní hranici uvnitř monarchie, přišel o své předměstí – České Velenice.** *Foto P. Chromý*

tak i pro formování a sdílení identity obyvatelstvem příslušného území. Efekty, které se na hranicích (a v oblastech k hranicím přilehlých) projevují, mohou být tedy jak negativní, tak pozitivní.

Územní celky v různých geografických měřítcích i různého rozsahu se v čase vyvíjejí a mění. Jejich vymezení odráží nejen „vnější“ polohu území v regionálním systému (na planetě Zemi) a geografické podmínky, ale i zájmy různorodých skupin obyvatelstva, jejichž identitu utváří sdílené (často velmi specifické) mocenské, národní, ekonomické, kulturní a jiné zájmy. Prostorový dosah moci společenství a jimi ovládaných územních celků byl vždy omezen hranicemi. Proto jsou hranice výraznou historickou i geografickou konstantou a jejich výzkum není zdaleka vyčerpán. Jakkoliv libozvučně a pozitivně nám mohou znít slova o budování „světa bez hranic“, je třeba si přiznat, že svět bez hranic je – zejména po zkušenostech z posledních desetiletí – jen utopickým snem. ●

AUTOR PŮSOBÍ NA KATEDŘE SOCIÁLNÍ GEOGRAFIE  
A REGIONÁLNÍHO ROZVOJE



Vrabec italský (*Passer domesticus italiae*) je pěkným příkladem úspěšně zkrížených druhů. V některých znacích se podobá našemu vrabci domácímu (*Passer domesticus*), ale v jiných zas více středomořskému vrabci pokřovnímu (*Passer hispaniolensis*).

Zdroj Shutterstock.com



## Hranice druhů

Mezidruhové bariéry jsou pro biologi mimořádně zajímavou oblastí výzkumu

PAVEL MUNCLINGER

Na existenci druhů se shodnou nejen vědci, ale i většina pozorných návštěvníků přírody, od houbařů až po lovce ze vzdálených etnik. Realita této kategorie koneckonců potvrzuje i řada specializovaných parazitů svou preferencí jediného druhu hostitele. Pokud bychom ale měli druh přesně definovat a ohraničit, můžeme se dostat do značných problémů. Hranice druhů totiž bývají překvapivě nejasné a dějí se na nich ohromně zajímavé věci.

### PROPUSTNÉ BARIÉRY

Nejnámější definice druhu je založena na existenci reprodukčních bariér. Jedinci jednoho druhu se spolu mohou plodně křížit, ale s jedinci druhu jiného jim to nejde. S rozvojem genetických a stále více i genomických metod se však tato představa komplikuje. Kříží se totiž kdesi a právě díky zmíněným

metodám zjišťujeme, že se vesele křížilo i v minulosti. To se ostatně týká i nás samotných – ve svém genomu si každý neseme kousek neandertálce.

Překvapivě zjišťujeme, že křížit se mohou jedinci druhů, které od sebe dělí miliony a někdy třeba i desítky milionů let. Vznik reprodukčních bariér je totiž proces, který může trvat velmi dlouho, a vznikající bariéra nemusí být zcela nepropustná. Kromě zcela reprodukčně izolovaných druhů tak můžeme často narazit na linie, ze kterých dokonalé druhy teprve budou.

### IZOLACÍ K ODLIŠNOSTI

K tomu, aby bariéra začala vznikat a posléze z jednoho druhu vznikly dva, není potřeba mnoho. Úplně stačí, když se některé populace dostanou do alespoň částečné izolace. Celkem náhodně

se pak začnou hromadit drobné změny, které se pak v plné síle projeví, když izolace pomine. Izolované populace se mohou stát nekompatibilní podobně jako zástrčka překvapeného cestovatele s elektrickou zásuvkou v exotické destinaci.

K izolaci může dojít i celkem bizarním způsobem, třeba změnou tahových cest. K tomu zřejmě dochází u středomořských pěnic černočelých, mezi kterými se šíří jen několik desítek let starý vrtoch odtáhnout na zimu do Velké Británie namísto do západního Středomoří, kam spořádaně létaly dříve. Pěnice se z Británie vrací na hnízdiště dřívě a šance, že se spárují s opozdilci z mediteránu, se tak snižuje. Je tedy docela dobře možné, že změna migračního chování časem povede k rozdělení pěnic černočelých na dva druhy.

## STŘEDOEVROPSKÁ LABORATOŘ

Zajímavým místem, kde lze sledovat jevy na hranicích druhů, je střední Evropa. Areály druhů se zde vlivem klimatických změn výrazně měnily, a vlastně stále mění, a svou roli sehrála i rozsáhlá pohoří. Výsledkem je často složitý kontakt dříve oddělených linií s různou mírou reprodukční izolace. Areály některých příbuzných druhů, třeba ježků, se zde mohou široce překrývat, ale k mezidruhovému křížení dochází zcela výjimečně.

U jiných druhů, třeba u lejska černo-  
hlavého a bělokrkého, dochází v místě širokého překryvu areálů k mezidruhovému křížení pravidelně, ale přece jen si samičky mnohem častěji vybírají za partnery samce vlastního druhu. Nejzajímavější je však situace u taxonů, které se potkávají formou hybridní zóny. To je oblast na hranici areálů taxonů, kde se vyskytují hybridní jedinci mnoha generací. Jedinci „čistých“ rodičovských taxonů se k sobě prakticky nedostanou, dělí je od sebe zóna obývaná hybridy. Takových zón je ve střední Evropě hned několik, například široká zóna vrány obecné černé a šedivky, nadmořskou výškou omezená zóna kuněk nebo úzká zóna domácích myší.

## HYBRIDI

Druhy s nedokonalými reprodukčními bariérami totiž křížením většinou nesplynou v jeden druh. Jedinci vzniklí

► **Hybridní zóna dvou taxonů myší domácích *Mus musculus musculus* (vpravo) a *M. m. domesticus* (vlevo) je oblíbeným modelem studia vzniku reprodukčních bariér. Obvykle se však takto nepotkají. Odděluje je totiž několik kilometrů široká hybridní zóna kříženců nejrůznějších generací. Foto archiv Pavla Munclingera**

křížením různých druhů mohou ovšem trpět různými neduhy – buď špatně přežívají, nebo se hůř množí. Je zajímavé, že větší problémy mají hybridi právě toho pohlaví, které má různé pohlavní chromozomy. U savců jsou tedy neživotaschopní nebo sterilní spíše samci s pohlavními chromozomy XY a u ptáků se problémy týkají spíše samic s chromozomy ZW.

Přestože tento jev popsal J. B. S. Haldane již v roce 1922, k důkladnému pochopení příčin se pomaličku blížíme až dnes, téměř po sto letech. Pohlavní chromozomy obvykle hrají při vzniku reprodukčních bariér zásadní roli. Právě na nich se častěji hromadí geny způsobující nekompatibilitu. Jenže někdy naopak pohlavní chromozom na reprodukční bariéru vůbec nehledí. Takový chromozom Y zmíněných domácích myší proniká přes hybridní zónu, a ještě své nové hostitele zvýhodňuje větším množstvím spermií.

## OBCHÁZENÍ BARIÉR

Bariéra se však dá také šikovně obejít. Zkřížením druhů tak vznikají linie s obskurním způsobem rozmnožování,

kteří vůbec nedbají na slušná biologická pravidla. Třeba mezidruhovým křížením vzniklí skokani zelení si umějí před rozmnožováním zredukovat v budoucích pohlavních buňkách zrovna tu část genomu, která by se jim pro jejich podivné reprodukční kejkle nehodila. Drobné rybky sekavci zase vytvářejí důmyslně zákeřné hybridní linie samic, které sice k rozmnožení potřebují spermiie rodičovského druhu, ale genetickou informaci od tatínka nakonec vůbec nevyužijí.

A co to všechno vlastně říká? Druhy určitě existují, ač máme docela problém s jejich definicí. To ale v biologii nijak nepřekvapí. Stejný problém máme na mnoha úrovních. Od genu přes jedince k populaci nám striktní pojetí definic funguje velmi podobně. Druhy mají často neostré hranice, daleko více poznamenané současným či dávným křížením, než jsme si dříve mysleli. Ale právě na hranicích druhů se dějí ohromně zajímavé věci, které je radost studovat. ●

AUTOR PŮSOBÍ NA KATEDŘE ZOOLOGIE





# Sněžná čára v měnícím se klimatu

Změny klimatu vedou k úbytku sněhu a posunu sněžné čáry do vyšších poloh

MICHAL JENÍČEK

Sněžná čára představuje důležitou hranici, jejíž poloha a změna v průběhu roku či delšího období významně ovlivňují řadu přírodních procesů, od energetické bilance zemského povrchu přes hydrologické a geomorfologické procesy až po vliv na vegetaci a faunu žijící v okolí této hranice.

## VYMEZENÍ SNĚŽNÉ ČÁRY

Sněžnou čáru lze definovat jako hranici vymežující území s celoročně možným výskytem sněhové pokrývky. Obecně tedy jde o linii, na které existuje rovnováha mezi akumulací sněhu a jeho úbytkem vlivem tání.

Sněžnou čáru lze dále dělit na klimatickou a orografickou. Ta první je definová-

na jako linie, nad níž na horizontálním nezastíněném povrchu po celý rok částečně přetrvává sněhová pokrývka. Její poloha závisí pouze na klimatických podmínkách, a to na úhrnu pevných srážek, teplotě vzduchu nebo na úhrnu slunečního záření. U orografické sněžné čáry se navíc uvažují i sklonitost a orientace svahů vůči světovým stranám, a tedy slunečnímu záření. Z výše uvedené také vyplývá, že orografická sněžná čára leží níže než ta klimatická, a to až o několik set metrů.

## REGIONÁLNÍ VARIABILITA

Pro polohu klimatické sněžné čáry je důležitá především zeměpisná šířka a nadmořská výška, které společně určují hlavní charakteristiky klimatu

daného regionu. V blízkosti rovníku se klimatická sněžná čára nachází okolo 4800 až 5000 m n. m. Směrem k obratníkům nejprve stoupá, například v Himálaji se sněžná čára pohybuje okolo 5500–6000 m n. m. a na jižní polokouli v těchto oblastech díky suchému klimatu a také výšce zdejších pohoří v podstatě neexistuje. Směrem od obratníků k pólům se nadmořská výška sněžné čáry postupně snižuje. Například v Alpách dosahuje výšky 2800 až 3200 m n. m. a v polárních oblastech se blíží nule.

Kromě zeměpisné polohy a nadmořské výšky je poloha klimatické sněžné čáry ovlivněna i mírou kontinentality klimatu (zjednodušeně vzdáleností od moře). Blízk-

◀ **V pohoří Cordillera Blanca v Peru dosahuje hranice trvalé sněhové pokrývky přibližně 5000 m n. m.** Foto Michal Jeníček

kost moře a převažující směr proudění ovlivňují celkový úhrn srážek a rozpětí teploty vzduchu, a proto v oblastech blíže oceánu bývá sněžná čára níže než v oblastech se sice stejnou zeměpisnou šířkou, ale s převládajícím kontinentálním klimatem. Tento efekt lze pozorovat například v Alpách, kde nadmořská výška sněžné čáry roste od západu k východu od zhruba 2800 m n. m. až po 3200 m n. n.

### VÝZNAM SNĚŽNÉ ČÁRY

Sněžná čára není jen vizuálně zajímavým prvkem a často jasně vymezenou přírodní hranicí, ale její poloha a změna v průběhu roku či delšího období významně ovlivňují celou řadu přírodních procesů. Sněhová pokrývka, jejíž hranici sněžná čára vymezuje, podstatným způsobem mění energetickou bilanci zemského povrchu tím, že velká část dopadajícího slunečního záření je odražena zpět do atmosféry. Roztáním sněhu pak dochází k tomu, že většina slunečního záření je pohlcena zemským povrchem a ten se tím otepluje. Absence sněhové a ledové pokrývky je tak důležitou pozitivní zpět-

nou vazbou v klimatickém cyklu, protože oteplení způsobuje roztání sněhu a ledu a to vede k dalšímu oteplování zemského povrchu a atmosféry.

Naprosto zásadní je pak role sněhu v hydrologickém cyklu, kde sněhová pokrývka ovlivňuje rozložení odtoku v průběhu roku. Tím, že srážky v zimě padají v pevném skupenství, dochází jen k malému odtoku a voda ze sněhu se do toku dostává až při jarním tání, v případech tání horských ledovců až v létě. Horské oblasti tak tvoří přirozenou zásobárnu vody i pro níže položená území v době, kdy je v nížinách již vody nedostatek. Tato voda je velmi důležitá jak pro přírodu (vegetaci a život v blízkosti toků a v nich), tak pro člověka (zásobování pitnou vodou, zavlažování, hydroenergetika). Zároveň je tání sněhu efektivnější pro doplňování zásob podzemní vody než déšť a přispívá tím k dotaci vody do toků v době letního sucha, často i dlouho poté, co roztaje.

Sněžná čára jako dělicí linie mezi oblastí se sněhem a bez sněhu je důležitá i pro celou řadu dalších procesů, protože odděluje území, kde se nachází voda pouze v kapalném a pouze v pevném skupenství nebo kde dochází k opakovanému tání a mrznutí této vody. To

ovlivňuje nejen zvětvávání a formování svahů, ale i vegetaci a faunu žijící v blízkosti této hranice.

### VLIV KLIMATU

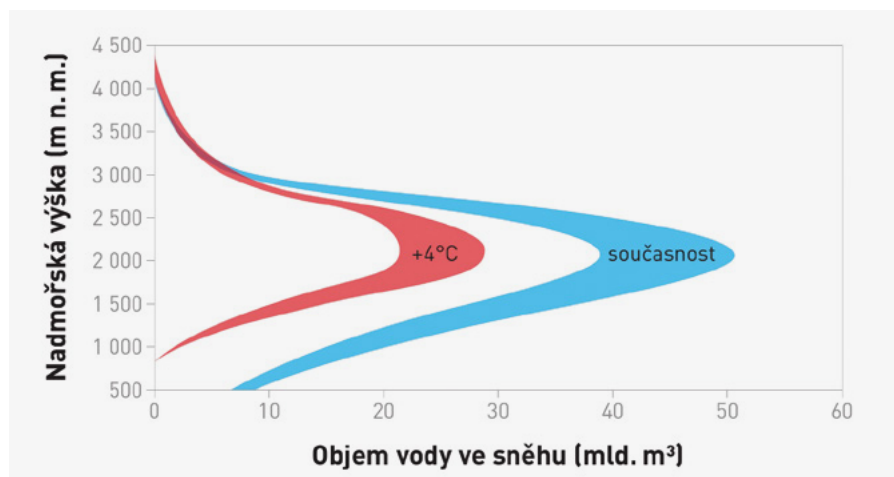
Poloha klimatické sněžné čáry se v minulosti měnila s tím, jak se měnilo klima. Důvody změny klimatické sněžné čáry přirozeně souvisí se změnami sněhové pokrývky jako takové. S oteplením, které je charakteristickým znakem změn klimatu v posledních desetiletích, ubývá ve většině oblastí světa jak množství sněhu, tak se zkracuje doba, po kterou se sníh v dané lokalitě vyskytuje. Zároveň sněhová pokrývka taje dříve a tím se i hranice sněžné čáry posouvá do vyšších nadmořských výšek.

Například ve Švýcarských Alpách se sněžná čára posouvá vzhůru rychlostí 50 až 100 m za desetiletí. Pokud tedy vezmeme v úvahu oteplení v zimních měsících do konce 21. století o 2 až 4 °C (hodnoty vycházející ze současných predikcí změn klimatu), sněžná čára se může posunout o 300 až 600 m výše, než je tomu v současnosti. Posun sněžné čáry do vyšších poloh a celkový úbytek sněhu a horských ledovců pak zásadně ovlivní (a již ovlivňuje) hydrologický cyklus a kromě jiného může prohloubit nedostatek vody v jarních a letních měsících, tedy v době, kdy je jí nejvíce potřeba. ●

AUTOR PŮSOBÍ NA KATEDŘE FYZICKÉ GEOGRAFIE  
A GEOEKOLOGIE

◀ **Objem sněhu v různých nadmořských výškách ve Švýcarsku v současných podmínkách a při oteplení o 4 °C predikovaném pro konec 21. století.** Zdroj Gobiet a kol. 2014.

*21 st century climate change in the European Alps – A review. Science of The Total Environment, 493, 1138–1151. Graf Marie Hartmannová*



# Evropská integrace na hranicích

Harmonizace přeshraničních vztahů vs. vojenské zajištění bezpečnosti

ALEXANDRA SEIDLOVÁ

Členství v Evropské unii přináší občanům jejích států řadu výhod. Jednou z nich je záruka volného (a svobodného) pohybu bez omezení vnitřními hranicemi. Z hlediska našich každodenních životů je tato základní svoboda jednou z těch nejvýznamnějších. Jen si vzpomeňme, kolikrát jsme již zcela bez omezení překročili některou z hranic Česka, a to bez kontrol úřadů a jen s občanským průkazem v kapse. Kolikrát jsme si zajeli na nákupy do sousedních zemí či využili letecké spojení z tamních metropolí. A jak hluboce nás zasáhlo omezení přeshraniční mobility v rámci globální pandemie.

Za tyto možnosti vděčíme evropské integraci. V rámci ní probíhá oslabování funkce hranic a prolínání aktivit jednoho státu (politických, ekonomických, sociálních ad.) na území státu sousedního – dochází k tzv. reteritorializaci. Hranice uvnitř EU takto formálně mizí a zůstávají jen na mapách. Ne nadarmo se proto i v odborné literatuře stále častěji objevují termíny „Evropa bez hranic“, nebo dokonce „svět bez hranic“. Je tomu ale skutečně tak? Lze opravdu tvrdit, že evropské hranice jakožto fyzické bariéry jsou již minulostí?

## PARADOX VNĚJŠÍCH HRANIC

Evropská integrace a reteritorializace se neomezují pouze na členské země EU. Prostřednictvím různých přeshraničních regionálních politik, z nichž nejvýznamnější je Evropská politika sousedství (ENP), jsou integrovány i státy mimo EU. Pokud se ale zaměříme právě na ně, a především na jejich regiony ležící přímo na hranici s EU, nemůže nám uniknout určitý paradox.



▲ Hranice Ceuty a Maroka jsou zároveň vnější hranicí EU, a není proto divu, že o její překonání se každý rok pokouší značné množství migrantů. Nezabrání jim v tom ani mimořádná opatření a šestimetrový plot. *Zdroj Shutterstock.com*

Na jedné straně jsou účastníky velmi intenzivní přeshraniční spolupráce a integrace s EU – jsou oblastmi, kde se projevují snahy hranice ztenčovat, posilovat přeshraniční vazby a vytvářet zóny politické, socioekonomické a především kulturní harmonizace. Na straně druhé jsou ale vlivem své geografické polohy zároveň územím, kde se koncentrují tradiční ochranné funkce hranic, posílené navíc jejich absencí ve vnitřním prostoru EU. Hranice zde přítomné tak předsta-

vují fyzické bariéry, které mají zajišťovat bezpečnost uvnitř EU a chránit společný trh. Tento paradox vnějších hranic EU má v různých regionech různé dopady, což si ukážeme na dvou zcela odlišných případech.

## SPOLUPRÁCE, ČI OBRANA?

Prvním, poněkud extrémním příkladem je situace ve španělských exklávách Ceuta a Melilla. Tato autonomní města jsou formální součástí EU, ačkoliv leží na



africkém kontinentu. Hranice mezi oběma městy a jejich jediným sousedem – Marokem – je tedy zároveň i vnější hranicí EU.

Maroko je jedním z partnerských států EU, státem ENP a členem Unie pro Středomoří, která sdružuje státy EU a nečlenské státy okolo Středozemního moře. Přestože se tak jedná o silně integrované území, hranice zde představuje fyzickou bariéru více než kde jinde. Ceuta i Melilla jsou častým cílem migrantů z různých afrických zemí, kteří se skrze Maroko pokoušejí dostat na tato španělská území, potažmo území EU.

V rámci obrany před ilegálními vstupy byly podél hranice vystavěny ploty z ostenatého drátu vysoké přibližně 6 metrů a doplněné o další obranná zařízení technického rázu. I navzdory tomu je však zdejší hranice často vyhledávanou a překračovanou bránou na Západ. Místo oblasti harmonizace, jímž mají vnější hranice EU být, se tak stávají zónami neklidu – deportací, kriminálních aktivit, pašování zboží i lidí a zároveň výrazně zvýšených bezpečnostních opatření, a to nejen ze strany pohraniční stráže. Takto vyhocená situace je ale spíše jen výjimečná a rozhodně se nedá považovat za typický příklad stavu na vnějších hranicích EU.

### SILNÉ VAZBY

O poznání klidnější je situace např. na polsko-ukrajinské hranici. Zde najdeme celkem 13 hraničních přechodů, z nichž nejvíce je lokalizováno ve Lvovské oblasti. Právě tato západoukrajinská oblast je se sousedním Polskem velmi úzce svázaná – kulturně i ekonomicky,

► **Lvovské pohraničí (území všech rajónů přímo sousedících s Polskem) vykazuje v porovnání s ostatními rajóny v oblasti vyšší hodnoty socioekonomického rozvoje.**

*Autor A. Seidlová*

ale především historicky jako součást Haliče. Navzdory téměř padesátileté politické izolaci, kdy západní Ukrajina byla součástí Sovětského svazu, která způsobila značnou heterogenitu sousedních regionů, zde existují velmi silné přeshraniční vazby.

EU s Ukrajinou spolupracují na modernizaci existujících i budování nových hraničních přechodů a hraniční i dopravní infrastruktury s cílem posilovat přeshraniční mobilitu a ulevit tak současné dopravní přetíženosti na hraničních. Kromě toho, že je Lvovská oblast součástí dvou euroregionů, které umožňují snadnější přeshraniční kooperaci místních politických aktérů, zde EU financuje i celou řadu mikroprojektů zaměřených na zlepšování kvality života v regionu a rozvoj přeshraniční interakce.

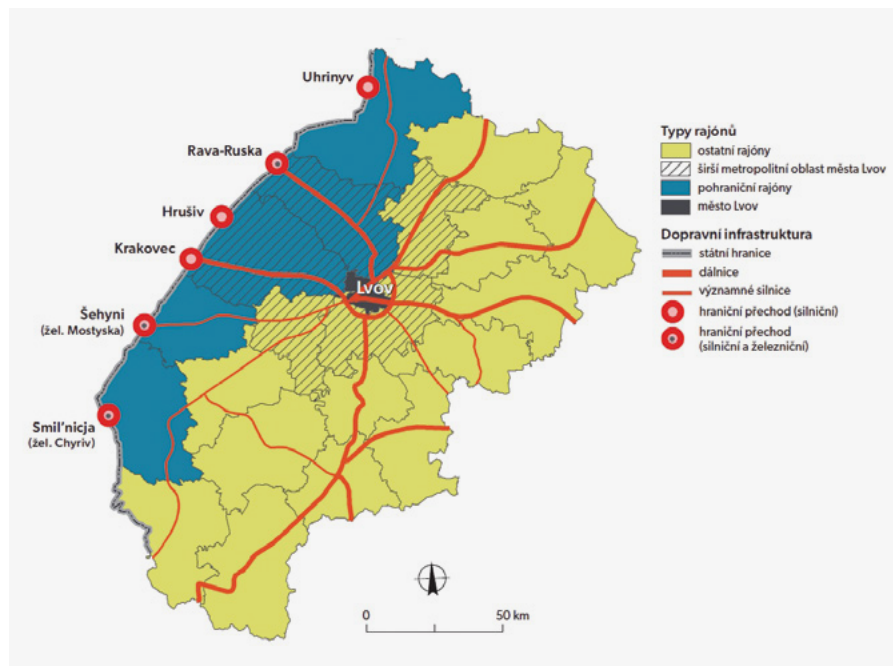
### SLIBNÝ VÝVOJ

Důležitým milníkem pro rozvoj místní polsko-ukrajinské interakce bylo vytvoření lokální přeshraniční zóny

v roce 2009. Ta obyvatelům žijícím ve vzdálenosti do 30 km od hranice umožnila volný přeshraniční pohyb bez nutnosti víza i pasu. V roce 2017 byl mezi Ukrajinou a EU zaveden oboustranný bezvízový styk, což značně posílilo pracovní migraci mezi regiony.

Nelze samozřejmě tvrdit, že na polsko-ukrajinské hranici nenalezneme ani stopu po ilegálních aktivitách, i tento region má v oblasti evropské integrace jistě před sebou ještě dlouhou cestu. Nicméně se zdá, že kromě výrazného odlivu pracovních sil zde integrační proces převážně pomáhá. Hranice se ztenčuje a její ploty jsou stále intenzivněji protkávány hraničními přechody. Zlepšuje se místní socioekonomická situace a spolu s ní i celková kvalita života. Držme proto Ukrajině na její cestě palce a oplocené Ceutě a Melille přejme podobný osud. ●

AUTORKA PŮSOBÍ NA KATEDŘE SOCIÁLNÍ GEOGRAFIE  
A REGIONÁLNÍHO ROZVOJE





# Hranice geologických těles

Svědectví o dramatických událostech v zemské kůře

JIŘÍ ŽÁK

Zemská kůra je jako neustále, byť velmi pomalu se měnící skládanka složená dohromady jako jakési trojrozměrné puzzle z mnoha nepravidelných dílků, kterým říkáme geologická tělesa a které do sebe přesně zapadají a postupně byly přidávány od archaika (období před 4 až 2,5 miliardy let) až do současnosti. Tyto jednotlivé stavební součásti zemské kůry jsou někdy vůči sobě ostře ohraničené – pokud byly fyzikální a chemické podmínky nebo čas jejich vzniku dramaticky odlišné. V jiných případech do sebe pozvolna přechází, nejčastěji však byly hranice díky pohybům litosférických desek v neustálé proměně.

## ROZPŮLENÉ SKÁLY

Hranice geologických těles (přesněji řečeno geologické kontakty) jsou v přírodě často velmi nápadné: i laik na první pohled snadno rozpozná, když se skála skládá ze dvou jiným částí s různou barvou, složením, strukturou a často i odlišným způsobem zvětvávání. Přestože hranice geologických těles na nás mohou na první pohled působit statickým, či dokonce jakýmsi uklidňujícím dojmem, neboť se nehýbou a některé se mohou zachovat i po dobu stovek milionů, nebo dokonce několika miliard let, opak je pravdou.

Geologické kontakty často odkazují na velmi dynamické události v geologickém záznamu, které se odehrály za extrémních fyzikálních podmínek: za „rozpůlenou“ skálou můžeme vidět žhavotekuté magma, které proniká do chladné okolní horniny (rozdíl teplot mezi oběma může být i přes tisíc stupňů Celsia!), prohřívá ji a trhá na menší kousky, které se propadají na dno magmatického krbu. Nebo je to plocha, podél které se odehrály obrovské přesuny jedné horninové hmoty přes druhou, a to třeba i v řádech desítek či stovek kilometrů.

◀ „Rozpůlená“ hora Split Mountain v pohoří Sierra Nevada v Kalifornii je vlastně „zamrzlé“ žulové magma (světlá spodní část stěny), které proniklo do starších usazenin (tmavé vrstvy podél hřebene). Foto J. Žák.

### CHYBĚJÍCÍ ZÁZNAM

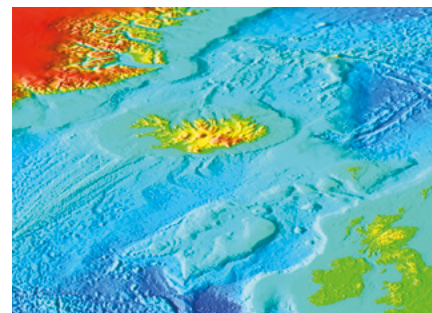
Nejen pohyb, ale i geologický čas hraje důležitou roli při vzniku hranic geologických těles. Ne nadarmo přitahovala významná přerušení kontinuity vrstevních sledů pozornost geologů již od druhé poloviny 18. století. Ikonický obrázek ze Siccar Point v jihovýchodním Skotsku znají všichni geologové: zde James Hutton popsál v roce 1788 nesouhlasné uložení vrstev silurského a devonského stáří a brilantně jej interpretoval jako výsledek sedimentace, vrásnění, eroze a opětovného uložení mladších sedimentů, tedy velmi dlouho trvajících geologických procesů (nezapomeňme, že v té době zcela převládaly biblické představy o stáří Země).



Dnes víme, že v tomto případě byla časová mezera v geologickém záznamu více než 60 milionů let, a takováto nesouhlasná uložení vrstev označujeme jako úhlové diskordance. Pro podobně spektakulární příklad však nemusíme chodit příliš daleko: v malebném údolí řeky Berounky u Týřovic můžeme pozorovat vrstvy kambrických pískovců (stáří cca 503–506 milionů let) uložené na silně zvrásněných a stlačených horninách náležejících staršímu tektonickému cyklu. Zde je však časový rozdíl mezi uloženími „pouhých“ 20–30 milionů let.

### KDE JSOU HRANICE KONTINENTŮ?

Geologický pohyb a čas se nám prolínají ve formování hranic kontinentů. Podíváme-li se do atlasu nebo na glóbus, mohlo by se zdát, že kontinenty jsou od moře ostře ohraničené březní čarou. Ale není tomu tak: geologické hranice v tom největším měřítku často nejsou takto zřejmé. Kdybychom všechnu vodu ze světového oceánu odstranili, viděli bychom, že mezi kontinentální kůrou a oceánským dnem



▲ Neostrá západní hranice evropského kontinentu s řadou menších bloků kontinentální kůry pod hladinou moře (v pravé spodní části snímku vidíme jako pokračování Britských ostrovů řadu vyvýšenin na mořském dně). Zdroj Wikimedia Commons, NOAA, volné dílo.

není ostrá hranice, ale často postupný přechod silně modifikovaný tektonickými zlomy. Dokonce bychom mohli pod hladinou dnešních moří a oceánů najít zcela ponořené, „opuštěné“ menší kontinenty, které byly odtrženy a částečně se oddělily od větších mas kontinentální kůry jako zbytky po rozpadu superkontinentů.

Naopak při přibližování velkých kontinentálních desek se k nim menší bloky přilepí a jako samostatné entity zaniknou. Pomalu, ale jistě se pohybující litosférické desky tak způsobují neustálé změny hranic kontinentů a oceánů. Ty se budou nepochybně měnit i v daleké geologické budoucnosti, tak jako se budou měnit hranice geologických těles. Geologické mapy světa tak budeme muset za několik desítek až stovek milionů let významně překreslit. ●

AUTOR JE PRODĚKANEM GEOLOGICKÉ SEKCE PŘF UK

◀ Tato hranice různých starých souborů vrstev na skalním útesu Siccar Point ve Skotsku rozpoutala diskusi o geologickém čase a stáří Země. Zdroj Wikimedia Commons, autor D. Souza, volné dílo.

Velká příkopová propadlina zasahuje na území řady východoafrických států. Patří k nim i Tanzánie. Foto Shutterstock.com



## Když je hranice skrytá...

Některé hraniční linie pouhýma očima neodhalíme, a přesto o sobě dávají vědět

JAN VALENTA

Hranice nejrůznějšího druhu jsou neoddělitelnou součástí přírody i lidské společnosti. Zatímco historické hranice s postupem času upadají v zapomnění a ztrácí na významu, hranice v přírodě jsou značně trvalejší a jejich význam často mizí jen zdánlivě.

### KOLIZE A VZDALOVÁNÍ

Typickým zástupcem hranic, které o sobě dávají vědět velmi důrazně, jsou hranice zemských litosférických desek, zejména tzv. konvergentní rozhraní, na kterých spolu tyto desky kolidují.

Dochází zde k výzdvihu horských masivů (ať již se jedná o Himálaj, či skromnější Alpy), mohutným zemětřesením (vzpomeňme zde Japonsko a nedávné potíže s jadernou elektrárnou ve Fukušimě) či vulkanické aktivitě (za všechny sopky St. Helens či Fuji).

Podstatně méně nápadné je takové rozhraní, na kterém se od sebe desky vzdalují. Jako příklad může sloužit rozhraní východoafrického riftu, kterému se již věnoval jeden z minulých textů tohoto magazínu, jenž mimo jiné

popisuje vznik oceánské kůry (hornin oceánské dna) v prostředí souše v Danakilské depresi. Oceán se zde rodí skutečně spektakulárně, v oblaku kouře a ohně, a proto také oblast přitahuje pozornost odborníků i turistů. Nicméně v mnohem skromnější podobě probíhají obdobné procesy v celé oblasti východoafrického riftu, jen jsou skryty zrakům pozorovatelů.

### POZNATKY GEOFYZIKY

Nic však není možné skrýt úplně, vždy lze nalézt způsob, jak takové procesy

odhalit. Geologové si pro vyhledávání skrytých hranic a objektů vytvořili celou disciplínu – geofyziku. Ta na základě měření nejrůznějších fyzikálních parametrů na povrchu (magnetizace, tíhového zrychlení, elektrického odporu a dalších) zobrazuje, co pouhému oku zůstává skryto, podobně jako když celník na letišti pomocí rentgenových paprsků a skeneru najde ve vašem batohu zapomenutý zavírací nůž. Pokud se tedy struktury svými fyzikálními parametry nějak liší od okolí, je možné je najít.

Vraťme se nyní zpět k nově vznikajícímu oceánskému dnu a východoafrickému riftu. Horniny oceánské kůry mají obecně značně vyšší hustotu než horniny kontinentů, a – jak popisuje Newtonův gravitační zákon – způsobují proto zvýšení gravitační síly v jejich okolí. Velikost gravitační síly (resp. tíhového zrychlení) je možno velmi přesně měřit. Jednotky, ve kterých se v geofyzice tíhové zrychlení měří, jsou Gal (pojmenované podle Galilea Galileie) a 1 Gal je zhruba jedna tisícina tíhového zrychlení na povrchu Země.

Změny tíže jsou ale ještě mnohem menší, a běžně se proto pracuje s tisícínami Galu – miliGal (mGal). Existují globální modely tíhového zrychlení spravované Mezinárodní geodetickou asociací. Modely jsou volně dostupné na webových stránkách Mezinárodního centra pro globální modely Země (International Centre for Global Earth Models – ICGEM) z německé Postupimi. Výřez jednoho z těchto modelů je zobrazen na přiloženém obrázku.

### TĚŽKÉ A LEHKÉ HORNINY

Geofyzikální mapy zobrazují změny horninových typů, jejich porušení (zlomová pásma), a interpretací těchto změn je možno vytvářet modely Země do mnohakilometrových hloubek. Na naší mapě tak můžeme oblasti

s oceánskou kůrou vidět jako tzv. tíhová maxima (místa s vyššími hodnotami tíhového zrychlení oproti okolí) s kladnými hodnotami tíhového zrychlení. Tyto oblasti zobrazují dno Rudého moře a především Adenský záliv, část Indického oceánu. Tíhová minima (poklesy tíže zhruba pod 100 mGal) naproti tomu mapují lehké kontinentální horniny (zejména sedimenty s vysokou porozitostí či na křemen bohaté – „kyselé“ – vyvřeliny). Střední hodnoty tíhového zrychlení zde odpovídají na křemen chudým horninám („bazikům“), které jsou svými hustotami blízké horninám oceánskému dnu.

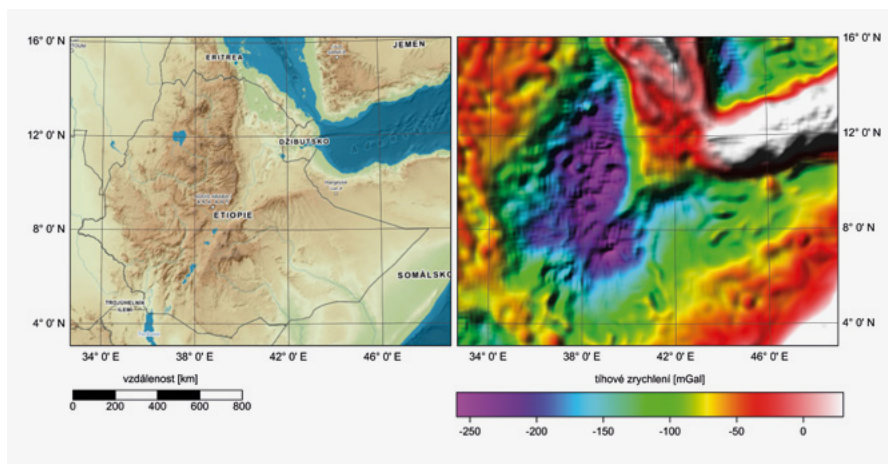
Oceánské horniny s vysokou hustotou můžeme sledovat i mimo zmíněné mořské oblasti, jak pokračují směrem na kontinent do oblasti Afarského trojúhelníku. Pozvolné snižování tíhového zrychlení ukazuje, jak se tyto horniny postupně noří pod lehčí kontinentální horniny. Podle rychlosti ubývání tíže je tak možno určit mocnost pokryvných hornin (od několika kilometrů v jižním Afaru ke dvaceti kilometrům na jihozápadě riftu). Výběžek (lokálně) vyšších hodnot tíhového zrychlení (okolo cca 150 mGal) probíhající celým východoafrickým riftem ukazuje, kde

dochází k odtrhávání kontinentálních desek a kde do vzniklého prostoru pronikají těžké bazické horniny oceánské povahy.


Těžké horniny nadlehčují lehké, kyselé. Ty plavou na povrchu podobně jako kry na jezeře. Mohou tedy mírně stoupat vzhůru a na okraji riftu tvoří hřbety s prudkými srázy směrem do dna údolí. Ze svahů stékají divoké řeky, které do dna údolí snášejí velké množství erodovaného materiálu, postupně ho zanášejí a dávají vzniknout savanám, velkým jezerům a bažinám – úrodnému kraji, ideální domovině řady druhů divokých zvířat.

Velmi dobré klimatické podmínky a úrodná půda jsou však zároveň prokletím této části Země. Přitahují velké množství obyvatel a jsou příčinou přelidnění. Nešetrné obdělávání půdy vede k odnosu úrodné hlíny, intenzivní erozi a degradaci krajiny, v níž se divočina vyskytuje již jen v podobě opuštěných ostrůvků. **Výzkum probíhá v rámci projektů zahraniční rozvojové pomoci České rozvojové agentury.** ●

AUTOR PŮSOBÍ V ÚSTAVU HYDROGEOLOGIE, INŽENÝRSKÉ GEOLOGIE A UŽITÉ GEOFYZIKY



▲ Fyzická a tíhová mapa východoafrického riftu a jeho okolí. Ilustrace archiv J. Valenty



# Proč stromy nerostou všude?

Růst a ekologie stromů  
a keřů na hranici lesa

JAN TUMA JER

Stromy můžeme považovat za evolučně nejdokonalejší zástupce rostlinné říše. Nalezneme mezi nimi největší a nejstarší organismy suchozemského prostředí. Za postupným úbytkem stromů a přibýváním keřů a bylin s rostoucí nadmořskou výškou a zeměpisnou šířkou stojí jejich energeticky poměrně náročná fyziologie.

Ve všech cévnatých rostlinách probíhá obousměrný transport látek: od kořenů nahoru vede dřevo (*xylém*) živiny a vodu, z koruny dolů proudí skrz lýko (*floém*) produkty fotosyntézy. U stromů se však, na rozdíl od keřů, jedná o výměnu, která probíhá na velmi dlouhou vertikální vzdálenost mezi kořenem a vrcholkem koruny. Proč jsou tohoto dlouhého transportu organismy schopné jenom v příhodných klimatických podmínkách?

## DÉLKA VEGETAČNÍHO OBDOBÍ

Prvním důvodem je postupné zkracování vegetačního období s klesající teplotou. Krátké vegetační období umožňuje rostlinám vytvořit a zabudovat během jednoho roku jenom omezené množství biomasy, což více vyhovuje rostlinám menšího vzrůstu. Letokruhy – roční produkt přírůstu dřevin – jsou tvořeny řadami stejně starých buněk uspořádaných okolo kmene. Vznik nových buněk je řízen činností dělivého pletiva kambia, nacházejícího se po celém kmeni a větších mezi lýkovou a dřevní částí.

Přírůst je zodpovědný za „tloušťnutí“ větví a kmene a startuje v konečcích větví a v řapíků listů. Zde se totiž nachází zdroj klíčových stavebních látek pro tvorbu veškeré biomasy, tj. sacharidů vytvořených při fotosyntéze v zelených listech a významných rostlinných

hormonů. Začátek přírůstu v dolních částech kmene bývá často opožděn, protože nějakou dobu trvá, než se dostatečné množství těchto látek z listů transportuje dolů po kmeni.

Proto při krátkém vegetačním období vzniká v letokruzích v oblasti hlavního kmene každoročně jenom malé množství nových buněk. Jelikož je kmen mechanickou oporou celému jedinci, přestává plnit svoji funkci a dále není schopen udržet vysokou rostlinu ve vzpřímené poloze. První důvod tedy reflektuje rychlost tvorby nové biomasy činností kambia.

## NÁROČNÁ ÚDRŽBA

Druhý důvod je spojen s náročností údržby komplexnějších struktur. Rostoucí extrémata klimatu spojená s klesající teplotou má vážnější dopady

◀ **Hranice lesa nabývá nejrůznějších podob. V kanadském Kaskádovém pohorí (Cascade Mountains) se modřínu (*Larix lyallii*) podařilo prosadit na hranici lesa nad jinak dominantní smrk (*Picea engelmannii*). Foto Jiří Lehejček**

na stromy než na keře. V chladných podmínkách například roste podíl sněhových srážek, a tedy i délka období, kdy sníh zatěžuje větve a v případě námrazy je může společně s větrem poškodit. Exponovaná stromová koruna je také mnohem více vystavena působení větru a roste riziko jejího mechanického poškození. Poškozené stromy musí investovat biomasu do obnovy svých pletiv, ztrácí asimilační aparát a jsou náchylnější k nákazám způsobeným různými patogeny.

Drobné keře jsou naopak svým nízkým vzrůstem velmi dobře chráněny před větrem. Navíc rostou ve vrstvě atmosféry těsně přimknuté k zemskému povrchu, kde může teplota vzduchu dosahovat o několik stupňů vyšších hodnot než ve volné atmosféře. Proto směrem od optimálních do extrémních podmínek klesá velikost a zastoupení stromů a roste podíl keřů. Oba popsané mechanismy působí samozřejmě zároveň a vzájemně se posilují.

### SEMENA JSOU LUXUS

To je mimochodem i důvod, proč se stromy poblíž ekologické hranice svého růstu jen výjimečně rozmnožují pohlavně (generativně prostřednictvím tvorby semen) a dávají přednost hřížení

▶ **V českých podmínkách je hranice lesa vyvinutá pouze v Krkonoších, Hrubém Jeseníku a na Kralickém Sněžníku. Na snímku je hora Praděd (1491 m n. m.), nejvyšší hora Hrubého Jeseníku. Foto Shutterstock.com**

(vegetativnímu rozmnožování prostřednictvím zakořeňování spodních větví). Zatímco stromy v klimaticky optimálních podmínkách každoročně disponují dostatečným množstvím sacharidů pro zajištění přírůstu i tvorby semen, v případě hranice lesa může být situace odlišná.

Zdejší stromy většinu biomasy využívají pro vlastní růst a obnovu poškozených tkání a „luxus“ v podobě kvetení a dozrávání plodů si často nemohou dovolit. Tento závěr nepřímo potvrdila i nedávná studie z tajgy a tundry na východním pobřeží Hudsonova zálivu, která popisuje charakter růstu severoamerických smrků sivých (*Picea glauca*) na nejzazším okraji jejich ekologické valence s ohledem na intenzitu jejich pohlavní reprodukce.

Vlivem drsných podmínek a vysoké úmrtnosti semenáčků stromy na hranici lesa netvoří šišky každý rok, ale v pulzech (v tzv. semenných letech). K těm dochází, pouze pokud byly několik let po sobě klimaticky příhodné podmínky, protože pouze tehdy mohou těžce stresované stromy vytvořit dostatečně kvalitní semena s vysokou šancí

na uchycení. Tvorba semen je ale pro stromy na hranici lesa velmi energeticky náročná a biomasa, kterou investují do tvorby šištice, jim potom chybí na tvorbu dřeva. To vede k paradoxní situaci, kdy v teplých letech můžeme na rozhraní tajgy a tundry pozorovat extrémně úzké letokruhy. Toto zjištění je důležité zohlednit při interpretaci sekvencí širokých a úzkých letokruhů z Arktidy, podle kterých dokážou dendrochronologové rekonstruovat vývoj klimatu v minulosti.

### NEOSTRÁ HRANICE

Z výše uvedeného je patrné, že komplex faktorů, které působí na růstovou formu dřevin, je velmi pestrý. Proto je již jasné, že naprostá většina přírodních hranic lesa není ostrá, ale má formu ekotonu. Hranice zapojeného lesa (tj. lesa tvořeného vzrostlými stromy, jejichž koruny na leteckém snímku převážně souvisle zakrývají povrch) není mezním limitem rozšíření stromů, ty mohou částečně růst a přežít i za ní, byť je to stojí více energie, které se jim pak nedostává například na pravidelnou pohlavní reprodukci. ●

AUTOR PŮSOBÍ NA KATEDŘE FYZIKÉ GEOGRAFIE  
A GEOEKOLOGIE



# Propast beze dna

Jaká je skutečná hloubka nejhlubší sladkovodní propasti světa?

PETR TÁBOŘÍK

Touha poznávat a objevovat je lidstvu vlastní od nepaměti. Tato touha se zrcadlí v mnoha příbězích, ať už jde o dobrodružnou, fantasy nebo vědecko-fantastickou literaturu. Na tomto místě lze zcela určitě zmínit citát „...odvážně se pouští tam, kam se dosud nikdo nevydal“ (z angl. „To boldly go where no man has gone before“), který je fanouškům sci-fi literatury důvěrně znám.

Ale poznali jsme opravdu náš svět, naši Zemí? Zejména v hlubinách oceánů zůstává stále skryt a neobjeven celý podmořský svět. Výpravy hlubinných ponorek – batyskařů – do dosud neprobádaných hloubek jsou pořád velmi nákladné a jen pro odvážné. Člověk zde již narazí na hranice technické i biologické, aniž by přitom dosáhl nejzazších hranic poznání. My ale vlastně nemusíme chodit tak daleko a zkoumat oceány... Jedna taková hlubina, ne úplně probádaná, jejíž hranice dosud nebyly určeny, se nachází i u nás, na Moravě, v Hranickém krasu. Jmenuje se Hranická propast.

## HLUBINNÉ PONORY

Hranická propast je se svými 473,5 m (z toho 404 m pod hladinou podzemní vody) nejhlubší sladkovodní propastí světa, přičemž její absolutní hloubka doposud nebyla spolehlivě určena. Lidé se snaží zjistit její celkovou hloubku již od roku 1580. Ale až od počátku 20. století docházelo k postupným úspěchům v určování hloubky, zejména pak s rozvojem potápěčské techniky od 60. let. Úspěšné ponory korunoval v roce 2015 polský potápěč Krzysztof Staronawski dosažením úctyhodné hloubky 265 m pod hladinou. Zde však lidstvo již skutečně narazilo na hranice svých mož-



▲ Hloubka „suché“ části činí necelých 70 m, zatímco dalších minimálně 400 m vodou vyplněných prostor se nachází pod hladinou Hranického jezírka. Celková hloubka propasti je 473,5 m. *Zdroj Shutterstock.com*

ností a důvěra byla vložena v techniku. Při zatím posledním pokusu v roce 2016 se robotická miniponorka GRALmarine dostala až do hloubky 404 m pod hladinu Hranického jezírka.

## VĚDECKÁ MĚŘENÍ

My se však na celou problematiku můžeme podívat jinak, a sice očima geofyziky. Geofyzikální metody nám pomocí studia rozličných fyzikálních polí umožňují nahlédnout zprostředkovaně pod zemský povrch, aniž bychom pod něj museli pronikat fyzicky. Tým složený z badatelů z Přírodovědecké fakulty UK a dvou ústavů Akademie věd ČR (Geofyzikální ústav AV ČR, v.v.i. a Ústav struktury mechaniky hornin AV ČR, v.i.i.) takové

komplexní geofyzikální měření provedl v letech 2017–2019. Použil přitom gravimetrii (zkoumá lokální anomálie tíhového pole), magnetoteluriku (studuje hluboké geoelektrické pole), odporovou tomografii (vhodnou pro měření průzkum geologických struktur) a seismický průzkum (dávající informace o rychlosti šíření seismických vln a o elastických vlastnostech prostředí). Výsledky byly publikovány ve vědeckém časopise *Journal of Geophysical Research: Earth Surface* v roce 2020.

## MOŽNÁ TISÍC METRŮ

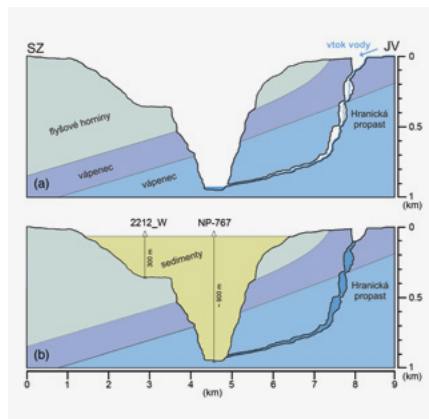
Výsledky tohoto bádání naznačují, že celková hloubka Hranické propasti by mohla dosahovat až cca 1 km. To je



► **Geologický řez přes Hranickou propast a Karpatskou předhlubeň.**  
**(a) situace během miocénu, kdy došlo k otevření Karpatské předhlubně a ke vzniku Hranické propasti; (b) současný stav se známými vrty. (3,5x převýšeno).**

*Upraveno podle Klanica et al. 2020*

v souladu s hypotézou, že se Hranická propast postupně vyvinula v devonských vápencích v těsné blízkosti Karpatské předhlubně procesem tzv. krasovění, čili rozpouštěním karbonátových hornin, např. vápenců nebo dolomitů, působením pronikající vody. Karpatská předhlubeň vznikla v předpolí třetihorních Vnějších flyšových Karpat násunem Karpatského příkrovu na prohýbající se okraj Českého masivu. Hloubka předhlubně od úrovně horního okraje propasti činila právě asi 1 km. V důsledku eroze a krasovění se tak spodní vyústění Hranické propasti mohlo nacházet až na úrovni tehdejšího dna Karpatské předhlubně, které



tehdy tvořilo tzv. regionální erozní bázi. Později došlo k vyplnění předhlubně sedimenty tehdejšího třetihorního (miocenního) moře. Spodní vyústění propasti tak bylo uzavřeno a ta se postupně vyplnila vodou až k dnešní úrovni. Tato hypotéza je sice pouze zjednodušeným modelem geologického vývoje v regionu, nicméně je v souladu s tím, co naznačují výsledky posledního, poměrně rozsáhlého geofyzikálního průzkumu.

Studie zároveň předpokládá, že se propast vyvinula tzv. epigenním procesem, v tomto případě rozpouštěním karbonátů „seshora“ působením srážkové vody. Zatímco hypogenní procesy, tedy rozpouštění podzemní vodou „odspodu“, považují autoři až za sekundární proces, který nicméně také významně přispěl k formování propasti během dlouhých milionů let. Epigennímu vývoji by napovídala i geofyzikou zjištěná morfologie povrchu vápenců, které jsou z velké části zakryty mladšími (třetihorními a čtvrtohorními) sedimenty. Velmi pravděpodobně se tak jedná o tzv. pohřbený kuželový (mogotový) kras, který je typický např. pro tropické oblasti.

**Zapojení badatelů z Ústavu hydrogeologie, inženýrské geologie a užití geofyziky PŘF UK do výzkumu Hranické propasti bylo umožněno díky podpoře Centra dynamiky geosféry (UNCE/SCI/006).** ●

AUTOR PŮSOBÍ V ÚSTAVU HYDROGEOLOGIE, INŽENÝRSKÉ GEOLOGIE A UŽITÉ GEOFYZIKY



▲ **Geofyzikální měření u Hranické propasti: (vlevo) přístroj pro měření elektrické odporové tomografie; (uprostřed) předvrtávání otvorů pro střilený seismický zdroj; (vpravo) utěšňování střileného seismického zdroje.** Foto Petr Tábořík



V Českém Švýcarsku při sběru dat pro bakalářskou práci. Foto L. Červená

# 0 slastech a strastech geoinformatiky

Čím se zabývá geoinformatika a jaké možnosti nabízí studentům

PETR SOUČEK

Jakub Lysák působí na katedře aplikované geoinformatiky a kartografie, kde se věnuje výuce a výzkumu. V rozhovoru stručně přiblížíme, co práce a studium v tomto oboru obnáší a k čemu může být geoinformatika užitečná.

**Pojem geoinformatika nebude asi většině čtenářů znit příliš povědomě. Jak byste tento obor stručně charakterizoval?**

Geoinformatika je věda, která pracuje s prostorovými daty. Jde o data, která se vztahují k určitému místu na Zemi nebo i na jiném vesmírném tělese. V našem

oboru řešíme získávání, ukládání, zpracování a analýzu těchto dat. Příkladem takových dat jsou třeba satelitní snímky, mapy, GPS měření, fotografie z dronu, geodetická měření nebo data laserového skenování. Hlavním smyslem našeho počínání je získat z dat užitečné informace, které při své práci využijí (nejen) geografové.

**Jak se k tomuto oboru člověk dostane?**

Pocházím ze světa informatiky a mapy a vše okolo nich byly původně pouze mojí zálibou. Na fakultu jsem se dostal víceméně shodou šťastných okolností

a spojil tak svůj koníček s prací. Informatické vzdělání, zejména algoritmické myšlení a znalosti matematiky, představují v geoinformatickém výzkumu velkou výhodu. Osobně mi přijde trochu škoda, že se na ně v bakalářském studiu neklade větší důraz.

**Na katedře aplikované geoinformatiky a kartografie běží celá řada projektů. Mohl byste uvést nějaké zajímavé příklady?**

Projektů skutečně řešíme celou řadu, často s přesahem do jiných oblastí lidské činnosti. Z těch významnějších

bych uvedl projekt týkající se sledování změn vegetace v hřebenových partiích Krkonoš, kde intenzivně spolupracujeme s biologem a využíváme data pořízená drony. Ve spolupráci s geografem pak máme velký projekt týkající se zaniklých krajin, resp. změn v krajině na vybraných zajímavých lokalitách v Česku. Přesah do geologie má projekt týkající se dokumentace a monitorování stability pískovcových skal v oblasti Labských pískovců.

### **Čím přesně se zabýváte vy? Máte nějaké konkrétní zajímavé výsledky?**

Já se zabývám zejména kartografií, tedy oborem řešícím tvorbu map a všechny s ní související věci. Jednou z mých specializací je mapování a znázorňování výškopisu v místech, kde je složitý reliéf, zejména pak v oblastech pískovcových skalních měst. Využíváme při tom moderní technologie, mimo jiné letecké laserové skenování, které na rozdíl od tradičního snímání dokáže do určité míry nahlédnout pod vegetaci a zachytit tak rozčleněnou pískovcovou krajinu, která je při běžném pohledu shora skryta pod korunami stromů. Pro někoho může být poměrně překvapivé, že i v tak dobře prozkoumané zemi, jako je Česko, lze nalézt dosud podrobně nezmapovanou a velmi obtížně přístupnou „divočinu“, která je v některých částech pískovcových oblastí na Broumovsku. Dlouhodobě také spolupracuji se Správou Národního parku České Švýcarsko, kde i v rámci studentských prací vznikla řada zajímavých map a 3D modelů.

Abych byl konkrétnější, co se týká výsledků – například loni jsme s kolegyní s využitím fotografií z dronu zpracovali velmi podrobný 3D model známé Mariiny skály u Jetřichovic v době po snesení starého vyhlídkového altánu a před instalací altánu nového. Vytvořený model prý posloužil i při kontrole některých vzdáleností během návrhu nové vyhlídky.

### **Jakým způsobem předáváte své znalosti a zkušenosti studentům?**

Hlavní způsob předávání zkušeností představují výuka a vedení studentských prací. Co se týká výuky, vedu několik kurzů zaměřených zejména na oblast kartografie. Moji úvodní kartografickou přednášku absoluuje většina studentů prvního ročníku bakalářských geografických programů hned v prvním semestru. Předmět je studenty dlouhodobě hodnocený sice jako náročný, ale férový a užitečný. Klademe velký důraz na praktickou tvorbu map, k níž studenti dostávají intenzivní zpětnou vazbu, která vede k rozvoji jejich kartografických dovedností. Pro nás pedagogy je to časově extrémně náročné, ale jak dokazují mimo jiné úspěchy našich studentů v kartografických soutěžích, je to práce, která má smysl. Zpracování bakalářské či diplomové práce u nás často obnáší i terénní mapování na krajinářsky mimořádně atraktivních místech. Občas i za dost dobrodružných okolností, což ale obvykle přijímají s povděkem.

### **Jaký je mezi studenty o geoinformatiku zájem? A jaké uplatnění mají absolventi mimo akademickou sféru?**

Náš obor je pro studenty zajímavý právě z hlediska uplatnění v praxi: řada z nich si již během studia najde kvalifikovanou a nadstandardně placenou práci v oboru. Téměř všechny významnější společnosti s prostorovými daty pracují, ať už jsou to mobilní operátoři, banky, nebo startupy řešící získávání informací z družicových snímků. Absolventi se ale dobře uplatní i ve veřejné správě. Cenou za tento budoucí úspěch je ovšem náročnost oboru, která může některé studenty odrazovat. Nedostatkem zájemců ale rozhodně netrpíme.

### **Zapojujete studenty také do projektů na katedře? Jaké dovednosti od nich vyžadujete?**

Ano, studenty se nám daří do řešení projektů úspěšně zapojovat. Kvalifikovaná brigáda v rámci projektu je skvělou položkou do životopisu při hledání práce v oboru. Nabízíme poměrně široké možnosti spolupráce. Šikovní absolventi prvních tří semestrů bakalářského studia mají dostatečné množství znalostí, aby takovou práci zvládli. Navíc je to dobrá příležitost, jak si rozšířit obzory v oboru nad rámec výuky. V řadě případů lze také práci na projektu propojit s řešením bakalářské nebo diplomové práce. ●



▲ Mariina skála u Jetřichovic z dronu. Foto archiv J. Lysáka

# JVK letos po desáté

Tradiční podzimní konference pro žáky a studenty slaví kulaté výročí

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy pořádá **5. – 6. 11. 2021** už po desáté juniorskou vědeckou konferenci. Stačí vytvořit projekt a včas se přihlásit!

Konference, která navazuje na předchozí úspěšné ročníky, je určena dětem a mládeži ve věku 10 až 19 let, kteří mají zájem o vědu a nebojí se změřit si síly.

Přihlásit se mohou **jednotlivci i dvojice**.

Akce se bude konat **5. – 6. listopadu 2021** v Praze na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Už teď se můžete na webu Přírodovědci.cz podívat na předběžný program. Kapacita konference je 70 účastníků, kteří budou vybráni odbornou komisí ze všech zaregistrovaných na základě zaslání abstraktu.

Při podání závazné přihlášky je nutno zaplatit registrační poplatek ve výši 250 Kč. Pro účastníky (ne však pro jejich doprovod) bude zajištěno občerstvení. Ti, kdo budou potřebovat i ubytování, si k této částce připlatí dalších 250 korun. Dopravu si hradí účastníci sami.

Během akce není žádoucí přítomnost rodičů a pedagogického doprovodu. To se netýká závěrečného vyhodnocení a večerní přednášky.

Juniorská vědecká konference letos proběhne díky laskavému přispění Magistrátu Hlavního Města Prahy a Nadačního fondu Neuron, kterým moc děkujeme za podporu!

**UZÁVĚRKA PŘIHLÁŠEK JE 10. 10. 2021**



## JAK SI PŘIPRAVIT PŘEDNÁŠKU?

Přednášku si můžeš udělat podle svého uvážení, můžeš použít jakékoliv pomůcky (které si musíš vzít s sebou), použít PowerPoint, psát a kreslit na tabuli, nebo prostě jen mluvit a mluvit. Přednášku můžeš doplnit posterem. Tvůj příspěvek by neměl přesáhnout 20 minut.

Ještě předtím, než se pustíš do tvorby přednášky, si vyber téma, které chceš prezentovat. Určitě tě něco zajímá a baví, zkus vymyslet, jak bys dané téma mohl/a obohatit o něco nového! Třeba tě napadne nějaký pokus nebo projekt. Pokud už delší dobu na

něčem pracuješ a dlouhodobě zkoumáš, tím lépe!

Pro inspiraci se můžeš podívat na kanál youtube Přírodovědci.cz, kde najdeš stream z minulých ročníků.



# Nové naděje české vědy

O cenu společnosti Contipro se opět utkali talentovaní mladí vědci a vědkyně

EVA MYŠÁKOVÁ



V posledním červnovém dni proběhlo finálové kolo již třetího ročníku prestižní Ceny Contipro, kde se formou odborné soutěže střetly největší naděje české vědy v oblasti biomateriálů a tkáňového inženýrství. První místo si odnesl student katedry fyzikální a makromolekulární chemie Roman Staňo. Jemu i jeho školiteli dr. Peteru Košovanovi upřímně gratulujeme!

Studenti pocházejí z různých přírodovědných oborů a z různých vysokých škol. Cena Contipro tak spojuje různé univerzitní obory se světem praktické vědy uplatňované v průmyslu. Samotného finále soutěže se účastnilo 8 soutěžících, jejichž absolventské práce se ukázaly jako nejpřínosnější ze všech přihlášených. Vybírat mezi finalisty však nebylo podle slov poroty vůbec jednoduché.

„Většina prací byla vysoce nadprůměrná a bylo velmi obtížné vybrat mezi nimi ty nejlepší,“ prohlásil při předání cen předseda poroty docent Lukáš Kubala z Masarykovy univerzity v Brně. I z toho důvodu se porota rozhodla neudělit pouze tři ocenění, ale rovnou čtyři, když na třetí místo posunuli hned dva soutěžící.

Na prvním místě se umístil Roman Staňo z katedry fyzikální a makromolekulární chemie PŘF UK s prací věnovanou polyelektrolytům a odnesl si odměnu ve výši 60 tisíc Kč. Vítěz ocenil především velký přínos Ceny Contipro v podobě získané zpětné vazby na svou práci: „Protože jsem teoretik a věnuji se simulacím, mám omezený kontakt s experimentátory a jsou to navíc většinou lidé, kteří se věnují základnímu výzkumu. Setkat se s lidmi, kteří se

pohybují více v aplikovaném výzkumu, a vidět, jak oni mou práci vnímají a jak o ní rozmýšlejí, bylo velmi prospěšné.“ Porota první místo udělila nejen kvůli vysoké kvalitě samotné práce, ale i kvůli výbornému výkonu soutěžícího při obhajobě své práce během finálového kola.

Na druhé místo vystoupala práce zabývající se umělými slzami určenými pro budoucí léčbu syndromu suchého oka. Její autor Mikuláš Černohlávek obdržel 50 tisíc Kč. Svým umístěním byl velmi překvapený. „Studoval jsem strojní inženýrství, což je odlišný obor od chemie a biochemie, takže jsem velmi potěšen, že moje práce byla uznaná za kvalitní. Zajímají mě biotechnologie, proto budu ve své práci nadále pokračovat minimálně ve svém volném čase,“ prozradil oceněný student. „Myslím si, že můj výzkum může být využitý v průmyslu, protože syndrom suchého oka je závažné onemocnění a každý pokus, který může vést k řešení, je přínosem.“

Dvě třetí místa pak obsadili Alena Kolaříková a Miroslav Kubát, oba shodou okolností s výzkumem týkajícím se kyseliny hyaluronové, která je hlavní oblastí zájmu firmy Contipro. Každý si jako odměnu odnesl výhru 25 tisíc Kč.

Contipro svými vzdělávacími programy podporuje rozvoj nové generace českých vědců. Cena Contipro pro mladé vědecké talenty je udělována od roku 2019. ●



# Nacházíme se v „mezní stavu“?

Divadlo X10 uvedlo dokumentární inscenaci o vymírání hmyzu

BARBORA KOLÁČKOVÁ



2X Foto Dita Hecránková

Mezní stav je autorským divadelním projektem režisérky Barbary Herz, která se dokumentárním typem divadla zabývá dlouhodobě. Premiéra se odehrála 28. května v Divadle X10.

Výchozí inspirací se stal úbytek hmyzu nejen na čelních sklech našich automobilů, ale v české krajině vůbec. Kůrovcová kalamita a pesticidy užívané na řepkových lánách, nejčastěji diskutovaná témata současné environmentální problematiky, nabízí základní dynamické napětí pro originální divadelní procházku českou krajinou plnou ironie, poezie i vědeckých faktů.

Textová část inscenace byla dlouhodobě připravována na základě rešerší a rozhovorů s odborníky nejen na entomologii a včelařství. Ztvárnění řepkového pole a lesa napadnutého kůrovcem v betonovém prostoru X10 se ujala Jana Hauskrechtová. Requiem za vyhynulý

hmyz složil Ivan Acher. Mezi herci se v různých nezvyklých rolích zvířecích, rostlinných i lidských objeví v překvapivě nové kombinaci Jana Kozubková, Magdalena Kuntová, Jan Bárta a Ondřej Jiráček, který s Divadlem X10 spolupracuje poprvé.

Divadlo X10 se dlouhodobě zabývá současnou dramatikou, ale vytváří autorům i podmínky pro vytvoření vlastních scénářů, jako v případě inscenace Jeskyně slov v režii Štěpána Gajdoše na konci minulé sezóny. Metoda dokumentárního divadla je ale pro X10 spíše novinkou, přestože podobný přístup uplatnilo např. v site specific projektu Solidarita, ještě ve svém strašnickém působišti. „Tento projekt je pro X10 inovativní i z hlediska práce s prostorem a narativem,“ vysvětluje dramaturg Ondřej Novotný. „Rozžíváme vlastně celý prostor divadla, i místnost, kam se divák běžně nedostane. Vedle činoherních prostředků

koketujeme s principy happeningu, dochází i k lehké mystifikaci a důmyslné hře s autentičností.“

Ekologické téma neznamená pro Divadlo X10 módní záležitost. Jedná se o aktuální společensky diskutovanou problematiku, jejíž optikou nahlížíme do univerzálních témat, kterých si byli dobře vědomi již v řecké antice. Zachování míry věcí, harmonie, řádu, jehož narušení vede na základě zpupnosti k totálnímu kolapsu nejen jedince, ale celého společenství, výrazně rezonuje se současným pocitem zásadní krize naší civilizace.

Takto pojmenované téma spojuje Mezní stav s druhou premiérou letošní sezóny Druzí lidé, původní divadelní hrou, kterou společně napsali režisér Tomáš Loužný a dramaturg Ondřej Novotný. Jsme na hranici, možná se ocitáme už dávno za touto hranicí, přesto se neustále snažíme svůj život uvést do původní rovnováhy. Na jedné straně burcujeme k aktivitě, na druhé straně jsme paralyzováni rezignací. Mezní stav ostře aktualizuje otázku: co znamená být řádným hospodářem a kde se protínají potřeby ekonomické a etické.

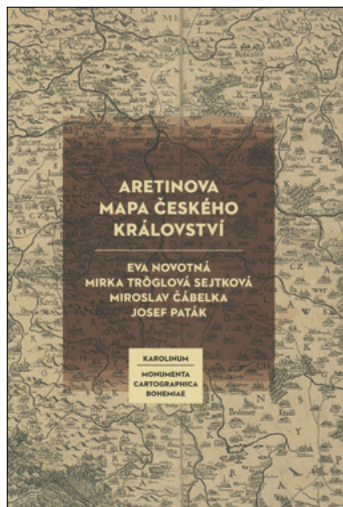
**Na projektu se podílel dr. Petr Šípek z katedry zoologie PČF UK.** ●



# Život a dílo renesančního kartografa

Aretin z Ehrenfeldu vydal pohnutých dobách Bílé hory významné mapové dílo

Kolektivní monografie s bohatým obrazovým a mapovým doprovodem seznamuje se životem a dílem pobělohorského exulanta Pavla Aretina z Ehrenfeldu, jehož mapa Nový a přesný popis Království českého vyšla ve čtyřech vydáních (v letech 1619, 1632, 1665, před rokem 1747) a ovlivnila další soudobou kartografickou produkci. Měřítko mapy 1 : 504 000 bylo nejen větší, než tomu bylo u jeho předchůdců, Aretin také zakreslil a popsal přes 1 200 sídel. Vzhledem k válečnému využití mapy se bohužel zachovalo pouze několik málo kopií. V knize jsou představeny i unikátní sesterské mapy



od W. P. Zimmermanna (1619) a od E. Sadelera (1620). Autoři jako první identifikovali a srovnali toponyma z rejstříku i všech čtyř vydání Aretinovy mapy, výsledkem jsou obsáhlé tabulky s 9 600 historickými oikonymy, doplněné současnými místními názvy. Vytvořil se tak cenný soubor k poznání sídelního a hospodářského vývoje Čech a studiu proměn jejich kartografického ztvárnění v 17. století.

## Aretinova mapa Českého království.

Novotná Eva, Tröglová Sejtková Mirka, Čábelka Miroslav a Paták Josef. Karolinum, 2021, 241 stran

# Malý ostrov taky ostrov

Podrobně zpracovaný atlas představuje neznámou tvář Prahy

Ve Vltavě na území našeho hlavního města se nachází hned několik známých ostrovů. Kampa, Slovanský či Střelecký ostrov přitahují pozornost jak místních obyvatel, tak zahraničních turistů. A bylo jim věnováno mnoho publikací s různou úrovní odbornosti. V Praze se ovšem mimo dvou řek nachází také 182 rybníků, 3 přehradní nádrže, 37 retenčních nádrží a 100 potoků. A v řadě z nich se rovněž vyskytují ostrovy.

Publikace o nich v určitém smyslu navazuje na knihu Vltavské ostrovy v Praze (Fialová, Steyerová, Semotanová 2015), přičemž rozšiřuje oblast zájmu na všechny ostrovy v Praze a seznamuje čtenáře s vybranými ostrovy na jeho území. Informace o ostrovech jsou zpracované prostřednictvím map,



doplňkových textů a obrázků. Po úvodních slovech je představena stručná metodika identifikace ostrovů, jejich

rozdělení do osmi kategorií a výběr reprezentativních zástupců. V hlavní části atlasu jsou přiblíženy jednotlivé kategorie a čtenáři jsou popsány konkrétní ostrovy. V závěru jsou pak uvedeny zdroje použité při zpracování atlasu a k dalšímu čtení. Kniha zvítězila v soutěži O nejlepší studentskou vědeckou práci 2020 a je dostupná on-line (naskenujte QR kód).

## Atlas málo známých pražských ostrovů.

Krusová Anna, Česká geografická společnost, 2021, 61 stran





# Vulkán z ptačí perspektivy

Letos v březnu se na Islandu odehrálo sopečné galapředstavení

FOTO PETR JAN JURAČKA

V druhé polovině letošního března se islandský poloostrov Reykjanes stal dějištěm úchvatného představení. Po 800 letech se v údolí Geldingadalir, jen malý kousek směrem na jih od aktivní štítové sopky Fagradalsfjall, spustila sopečná erupce. Výbuch sopky samozřejmě není na naší planetě ničím vzácným a velmi často se jedná o obávanou katastrofu. Na Islandu však jako by se vulkanismus chtěl předvést v té nejatraktivnější podobě – okolnosti umožnily pozorovat erupci z nevelké, a přitom zcela bezpečné vzdálenosti. Toho využily skupiny zvědavců z řad

veřejnosti i vědecké týmy, které se sem narychlo přihnaly z celého světa, a to navzdory lockdownu způsobeného pandemií covidu-19.

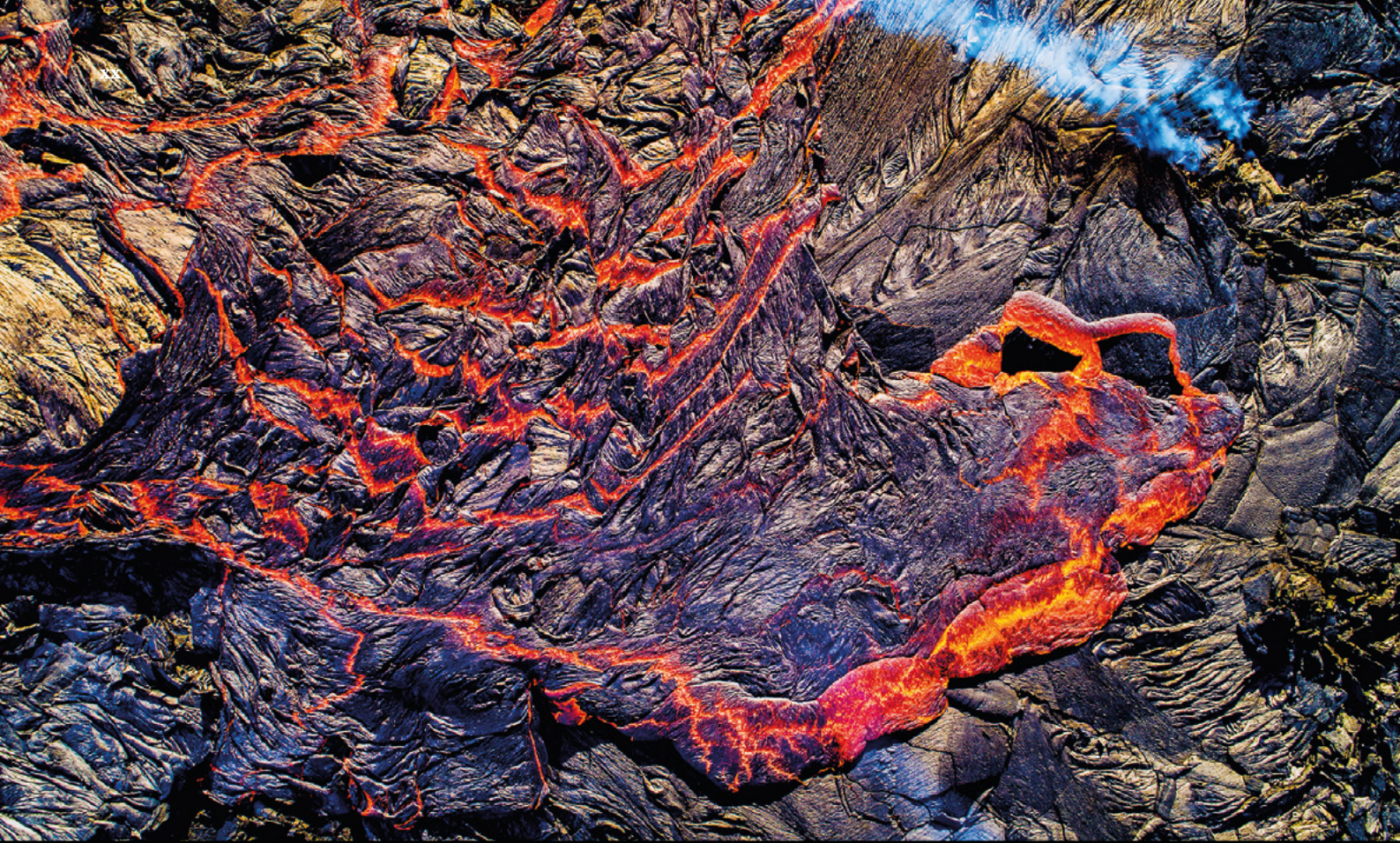
Omezení pohybu měla v tomto případě svou světlou stránku – davy nebyly ani zdaleka tak početné, jak by asi byly za normálních okolností, což přítomným šťastlivcům umožnilo v klidu nasnímat nádherná videa a nafotit tisíce dech beroucích fotografií. K místu dorazila mimo jiné i improvizovaná minivýprava doc. Günthera Kletetschky z Ústavu hydrogeologie, inženýrské geologie a užitě

geofyziky PŘF UK. Jejím druhým členem byl autor této fotogalerie z katedry ekologie a Oddělení vnějších vztahů PŘF UK, který tak dostal příležitost poprvé pilotovat dron nad žhoucím magmatem.

Pokud si naskenujete QR kód uvidíte popsanou erupci v rozlišení 4K. ●







▲◀ Panorama údolí Geldingadalir zkrášlila v březnu sopečná erupce.  
*29. března 2021, 18:19*

▲ Přírodní úkaz nebo spíš abstraktní obraz? *30. března 2021, 17:22*

◀ Samotná láva nepředstavovala pro pozorovatele velké nebezpečí, před jedovatými plyny bylo ovšem potřeba se mít na pozoru. Nebo mít vhodné vybavení.  
*29. března 2021, 19:06*



V noci je tekoucí láva nebezpečně  
hypnotická. 30. března 2021, 23:10





▲◀ Posledními paprsky večerního slunce osvětlené krátery sopky. Lávové pole je již ve stínu, a proto tak kontrastně vynikne vlastní proud lávy (tzv. lava flow). 30. března 2021, 19:19.

▲ Jen co zapadne slunce za horizont, nastávají naprosto idylické podmínky pro fotografování vroucí lávy. Gradienty pastelových barev nenechávají chladným žádného fotografa. 30. března 2021, 19:23.

◀◀ S výpravou se Island rozloučil fantastickou barevnou podívanou. 31. března 2021, 23:46

◀ Není to doslova krása pekelná? 30. března 2021, 17:43

# Jednosměrná silnice nebo labyrint?

Sto let bádání na poli evoluce pohlavních chromozomů

MICHAL ANDRLE

Je tomu již více než sto let, kdy Hermann Muller navrhl mechanismy vysvětlující evoluci pohlavních chromozomů. Na tomto základě se postupně formulovalo paradigma, že tyto chromozomy se vyvíjejí z normálních chromozomů (autozomů), z nichž jeden získá gen určující pohlaví. Kolem něj se začnou hromadit mutace výhodné pro jedno, ale škodlivé pro druhé pohlaví, což vede k tlaku na zabránění výměny genetické informace (rekombinace) mezi pohlavními chromozomy. To ale vede k degeneraci nepárového pohlavního chromozomu (u savců chromozomu Y), který se kvůli tomu stává eldorádem repetitivních elementů a ztrácí jeden funkční gen za druhým, až nakonec úplně vymizí. Je to ale skutečně tak?

Lukáš Kratochvíl z katedry ekologie PŘF UK a Matthias Stöck z Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei v Berlíně se rozhodli, že stoleté výročí formulace hypotéz o evoluci pohlavních chromozomů stojí nejen za oslavu, ale i za zhodnocení současné situace a výhled do budoucna. Výsledkem jsou dvě čísla prestižního časopisu *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* editovaná právě zmíněnými evolučními biology. Autoři z PŘF UK se kromě editování čísel podíleli i na pěti jejich článcích.

Vybraní autoři byli vyzváni, aby ve svých příspěvcích prozkoumali jednotlivé



kroky tradičního schématu evoluce pohlavních chromozomů. A aby se pokusili odpovědět na řadu základních otázek, například: Proč některé linie – třeba hermafroditi nebo druhy s pohlavím určeným prostředím jako například krokodýli – pohlavní chromozomy vůbec nepotřebují? Proč některé linie mají pohlavní chromozomy stabilní po desítky milionů let, zatímco jiné je relativně rychle mění? Je proces diferenciacce pohlavních chromozomů opravdu tak jednosměrný, jak se píše v učebnicích, nebo je to všechno zamatnější?

Editoři se strategicky rozhodli zaměřit jen na jednu skupinu – obratlovce. To přineslo řadu výhod: jedná se o nejprozkoumanější skupinu sdílející mnohé vývinové mechanismy, známe funkci velkého množství genů u podrobně prozkoumaných modelových organismů (jako je třeba dánie, myš a člověk), přitom se jedná o skupinu s velkou diverzitou ve způsobech určení pohlaví.

Současné techniky (především genomické) umožnily dříve nepředstavitelný vhled do evoluce pohlavních chromozomů, zejména díky umožnění studia nemodelových organismů. Čísla časopisu ukazují, že během 100 let se na tomto intelektuálně stimulujícím poli výzkumu vykonalo obrovské množství práce. Prozkoumání jednotlivých kroků dokládá, že tradiční učebnicové schéma navržené starými mistry je nádhernou myšlenkovou stavbou tvořící solidní základy, přece jen je však až přespříliš zjednodušující. Místo jednosměrné cesty evoluce pohlavních chromozomů jde spíše o nekonečný neustále se větvící labyrint se slepými uličkami, smyčkami k předchozím stavům, přešlapováním na místě, přeskokům mezi patry, ale i s místy, kde se dá rychle plout podle kanonického scénáře. Podobně se chová i výzkum pohlavních chromozomů – čísla *Transactions* ukazují, že z minulosti je co oslavovat – a taky se máme na co těšit (jen úplně nevíme na co – a to je na evoluci krásné). ●



# Česká trojmezí

## Čtyři prázdninové geografické tipy na výlet

Pohraničí je všude na světě zajímavou oblastí – stýkají se v něm odlišné světy, zároveň je to ale tak trochu země nikoho. Zvláštním případem jsou pak místa, kde se setkávají hranice tří států, tzv. trojmezí. Na hranicích Česka jsou takové lokality hned čtyři, jejich podoba je poměrně různorodá, ale rozhodně stojí za to je navštívit. Začneme na jihu.

### TROJMEZNÁ, ŠUMAVA Česko-Rakousko-Německo

V dobách železné opony šlo o místo naprosto nedostupné, nyní je navštívit každoročně tisíce turistů. Nachází se ve výšce 1324 m n. m. a zatímco dříve bylo ukryté v lese, po kůrovcové kalamitě je z něho zajímavý výhled do Čech i ciziny. Jde ovšem o destinaci vhodnou spíše pro zdatné chodce – trasa z vlakové zastávky Nová Pec měří cca 12 km a překonává 600 výškových metrů. Zpestřit si ji můžete odbočkou k Plešnému jezeru přes kamenné moře. Odtud vystoupáte k památníku básníka Adalberta Stiftera a následně na nejvyšší vrchol Šumavy Plechý (1378 m.n.m.). Hřebenovka vás pak zavede nejprve na trojmezí, poté na Trojmeznu a následně na Třístoličnick,

kde se můžete občerstvit v horské chatě. Následuje pozvolný sestup k vlakové zastávce Nové Údolí.

### TROJZEMÍ, HRÁDEK NAD NISOU Česko-Německo-Polsko

Severní trojmezí se nachází o více než 1000 metrů níž, tedy rozhodně ne v horách, Lužické hory se svými nezměnitelnými sopečnými vrcholy jsou nicméně, coby kamenem dohodil, stejně jako třeba Ještědsko-kozákovský hřbet. Výhodou lokality je snadná dostupnost – do Hrádku nad Nisou, v jehož katastru se Trojzemí nachází, jezdí vlakové spoje z Liberce nejméně jednou hodinu. Po návštěvě trojmezí se můžete osvěžit v jezeru Kristýna, bývalém lignitové dole o rozloze 14 hektarů a hloubce až 28 metrů.

### TROJMEZÍ HRČAVA Česko-Polsko-Slovensko

Východní trojmezí se nachází v podhůří Moravskoslezských Beskyd v nadmořské výšce 568 m n.m. poblíž obce Hrčava. Místo vyniká zejména svou nesnadnou dopravní dostupností – do nejbližší obce s plnou občanskou vyba-

veností se dostanete po 11 km dlouhé, klikaté silničce. Paradoxem je, že ve vzdálenosti necelých 2 km se na slovenské straně nachází velká obec Čierne při Čadci a vedle ní se buduje slovenská dálnice D3. Zdatní turisté se na trojmezí dostanou přechodem Jablunkovského mezihoří, ostatní mohou přejet vlakem na Slovensko a dojít na místo 1,5 km dlouhou procházkou.

### TROJMEZÍ SOUTOK Česko-Slovensko-Rakousko

Suchou nohou na tomto trojmezí nespočinete, nachází se totiž na dně soutoku Dyje a Moravy, který je součástí stejnojmenné a zcela mimořádné přírodní lokality přezdívané též Moravská Amazonie. Jde o největší obor v Česku zaujímající celý trojúhelník mezi Břeclaví, Lanžhotem a soutokem. Na ploše 4232 ha najdeme především unikátní lužní lesy, chráněné na dvou místech Národní přírodní rezervací – Ranšpurk a Cahnov-Soutok. Pro turisty je přístupná jen severní část oborů, k samotnému soutoku se dostanete buď na kole po stezce podél Dyje, pěšky pak buď z rakouské nebo slovenské strany. ●

▲ Trojmezí Česko-Slovensko-Rakousko je tvořeno soutokem dvou českých řek Moravy a Dyje. Foto Shutterstock.com

PETR SOUČEK

# Tančící fazole

S nápoji syčenými oxidem uhličitým se můžete nejen osvěžit

JAKUB REŽŇÁK

## Budete potřebovat

- vysokou sklenici
- poctivě vychlazenou perlivou vodu
- sušené fazole (nebo hrách či rozinky)

## Postup

Perlivou vodu opatrně nalijte do sklenice tak, aby z ní při nalévání uniklo co nejméně bublinek. Do vody vhodte několik fazolí a pozorujte, jak se roztančí.

## POZOROVÁNÍ

Po nalití perlivé vody do sklenice se na jejích stěnách i náhodně uvnitř vody objevují bublinky. Po vhození fazolí začnou bublinky vznikat převážně na jejich povrchu a postupně se fazole vrstvou bublinek obalí a vyplavou k hladině. Jakmile se jí dotknou, začnou klesat ke dnu, a poté se celý proces opakuje. Část fazolí takto „tančí“ mezi dnem a hladinou a jiné vyplavou na hladinu a už neklesnou. Jiné se ani nezvednou ze dna.

## PROČ SE FAZOLE CHOVAJÍ RŮZNĚ?

O tom, jak se budou fazole chovat, rozhoduje fyzikální veličina hustota. Ta nám říká, jak „hustá“ je daná látka, tedy jaká je hmotnost jedné jednotky objemu dané látky. V případě heterogenních objektů (viditelně složených z různých látek) se bavíme o průměrné hustotě daného objektu. Většina sušených fazolí má průměrnou hustotu vyšší, než je hustota vody, a proto ve vodě klesají ke dnu.

Bublinky plynu, který se uvolňuje z perlivé vody, mají hustotu výrazně nižší, než je hustota vody. Proto stoupají k hladině. Fazole se v perlivé vodě postupně obalují bublinkami a klesá jejich průměrná hustota. Jakmile je jejich průměrná



Foto Petr Jan Jiracka

hustota nižší než hustota vody, fazole začnou stoupat k hladině. Tam se část bublinek oddělí, čímž se zvýší jejich průměrná hustota, a opět klesnou ke dnu. Některé fazole se ovšem dostatečným množstvím bublinek neobalí, a proto se nikdy nezvednou ze dna. Jiné zůstanou obaleny bublinkami do té míry, že už dolů neklesnou.

## KDE SE BEROU BUBLINKY?

Plyn, který se uvolňuje z perlivé vody, se nazývá oxid uhličitý. Ten je, podobně jako ostatní plyny, rozpustný ve vodě. Rozpustnost plynů ve vodě vzrůstá s klesající teplotou. Při 0 °C je rozpustnost oxidu uhličitého ve vodě dvojnásobná než při 20 °C. Proto je lepší mít perlivou vodu vychlazenou, aby většina oxidu uhličitého neunikla již při nalévání.

Po nalití perlivé vody do sklenice můžete pozorovat, že bublinky vznikají převážně na stěnách sklenice. Po vhození fazolí začnou bublinky vznikat hlavně na jejich povrchu, protože plyny se z vody snáze uvolňují na hrubém povrchu.

Stejný jev můžete sledovat při vhození bonbonů Mentos do coly, nejlépe dietní. Cola obsahuje více oxidu uhličitého než minerální vody, uniká z ní tedy více bublinek. Bonbony mají nerovný pórovitý povrch, který tvorbu bublinek výrazně urychluje. K bouřlivosti reakce přispívá i arabská guma v bonbonech a aspartam v dietní cole, které snižují povrchové napětí. Výsledkem je colový gejzír, oblíbená zábava pozdních večírkových hodin. ●

# Kalendář Přírodovědců

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



**8. ZÁŘÍ 2021**

## VĚDAFEST – FESTIVAL VĚDY

Na venkovních stanovištích na Vítězném náměstí (Kulaťáku) a v přilehlé Technické ulici v Praze 6 nabízí návštěvníkům zábavným a hravým způsobem vědu ve všech jejích podobách. V jeden den na jednom místě ukážeme to nejzajímavější ze světa přírodních, technických a společenských věd i praktické využití vědy v každodenním životě. Akci pořádá Dům dětí a mládeže hl. m. Prahy, České vysoké učení technické v Praze a Vysoká škola chemicko-technologická v Praze za podpory Městské části Praha 6 a České společnosti pro biochemii a molekulární biologii, z.s.

**Čas a místo:** 8. září 2021, Vítězné náměstí (Kulaťák) Praha 6



**24. ZÁŘÍ 2021**

## NOC VĚDCŮ 2021

Noc vědců (a samozřejmě i vědkyň) nechává zvědavé návštěvníky nakouknout pod pokličku bádání a výzkumu, a to nejen v mnoha institucích po celé České republice, ale i po celé Evropě. Fakulty Univerzity Karlovy, včetně té Přírodovědecké, budou u toho! Můžete se těšit na přednášky a praktické ukázky nejen na hlavní téma letošního ročníku, které nese název Čas. Aktuální informace a program najdete na [www.nocvedcu.cz](http://www.nocvedcu.cz)

**Čas a místo:** 24. září, bude upřesněno



**5. – 6. LISTOPADU 2021**

## JUNIOŘSKÁ VĚDECKÁ KONFERENCE

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

**Čas a místo:** od pátku 5. 11. od 10:00 do soboty 6. 11. do 16:00, Albertov 6, Praha 2

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



# FESTIVAL VĚDY

ZÁBAVNÁ VĚDECKO-TECHNICKÁ LABORATOŘ NA KULAŘÁKU  
NA TÉMA **DIGITÁLNÍ SVĚT**

NAŽIVO

**8. září 2021**

od 8.30 do 18.30 hodin

**Vítězné náměstí  
Praha 6**

ONLINE

od 8. září do 31. října 2021

[www.festival-vedy.cz](http://www.festival-vedy.cz)

**VSTUP ZDARMA**



— ORGANIZÁTOŘI —



DDM hl. m. Prahy



— HLAVNÍ MEDIÁLNÍ PARTNER —

— MEDIÁLNÍ PARTNEŘI —

— PARTNEŘI —

— ZA PODPORY —



SCIENTIFIC  
AMERICAN



MEDIA  
PLANET



Valeo  
SMART TECHNOLOGY  
FOR SMARTER CARS

ORLEN  
Unipetrol  
INNOVACE

PRUSA  
RESEARCH  
by JOSEF PRUSA

