

Př

PŘÍRODOVĚDCI.CZ

TEMA ČÍSLA

Křemen

Magazín Přírodovědecké fakulty
Univerzity Karlovy 01/2022

Když se řekne křemen... 8

Tajemný sochař 20

Křemen a jeho příbuzní 32

STRUNY
d ě t e m

25.-27.3.2022

Divadlo Minor
a Novoměstská radnice

...když si



múzy hrají

Barbora Poláková, Ondřej Ruml, Pišlické příběhy
s Beatou Hlavenkovou a Ivanem Trojanem
Clarinet Factory, Jiří Vodička & Martin Kasík,
Marco Čaňo & Cover Paradise,
Cimbálová muzika České filharmonie
a mnoho dalších

Koncerty, divadlo, workshopy a Zvěřinec na radnici

www.strunydetem.cz

Spolupřádatelé

Za finanční podpory

Hravitelny partneři

Děkujeme za podporu

Děkujeme





MILÍ ČTENÁŘI,

rok 2022 byl pod záštitou OSN/UNESCO vyhlášen jak rokem mineralogie Mezinárodní mineralogickou asociací (IMA), tak i mezinárodním rokem skla. V návaznosti na tyto události padlo na naší fakultě rozhodnutí vyhlásit minerál roku – křemen. Pokud vám uniká souvislost, začtete se pozorně do tohoto čísla Přírodovědců, které se zevrubně zabývá právě křemenem, bezesporu jedním z nejdůležitějších minerálů, bez něhož by ani skla nebylo.

Při letmém pohledu se zdá, že křemen je minerál úplně obyčejný. V přírodě ho nacházíme doslova na každém kroku jako součást hornin a půd. Na následujících stránkách se ovšem přesvědčíte, že krystaly křemene nabývají neobyčejné krásy a z křemenného pískovce příroda formuje úchvatné „umělecké objekty“. A dozvíte se rovněž, jak křemen a další hmoty SiO_2 ovlivňují procesy na planetě Zemi nebo jak souvisí s fungováním živých organismů. Nechybí ani nesčetné využití křemene jako klíčové suroviny, a to nejen pro výrobu skla, ale i křemíku, bez něhož si moderní elektroniku nelze vůbec představit.

Zajímavé čtení vám přeje

prof. RNDr. Vojtěch Ettler, Ph.D.
ředitel Ústavu geochemie, mineralogie
a nerostných zdrojů

Obsah



CO NOVÉHO

- 4 | Není oheň jako oheň
- 5 | Odhalit falešný včelí med bude snazší
- 6 | Další vlci na obzoru
- 7 | Sto let polarografie
- 7 | Poklady Mapové sbírky opět vystaveny

TÉMA – KŘEMEN

- 8 | Když se řekne křemen...
- 12 | Kameny poznání
- 14 | I křemen umí „chytat bronz“
- 16 | Křemen a sklo
- 18 | Klíč k deformaci kontinentů
- 20 | Tajemný sochař
- 22 | Průmyslové využití křemene
- 24 | Křemík v paleontologii

ROZHOVOR S PŘÍRODOVĚDCEM

- 26 | Po cestách, které příroda nezkusila

PŘÍRODOVĚDCI UČITELŮM

- 28 | Inspirace pro výuku geografie

STUDENTI

- 29 | Podcast Pod Čepicí

KULTURA

- 30 | Vltava – proměny historické krajiny

NAŠE PUBLIKACE

- 31 | Vybrané knihy z našeho e-shopu

PŘÍRODOVĚDCI OBRAZEM

- 32 | Křemen a jeho příbuzní

PŘÍRODOVĚDA AKTUÁLNĚ

- 36 | Týmová soutěž v oboru chemie

TIP NA VÝLET

- 37 | Na Čerchov přes křemenný val

VYZKOUŠEJTE SI DOMA

- 38 | Chemikova zahrádka

KALENDÁŘ PŘÍRODOVĚDCŮ

- 39 | Kalendář Přírodovědců

1 | 2022 | ROČNÍK XI.

NÁZEV

Přírodovědci.cz – magazín
Přírodovědecké fakulty Univerzity
Karlovy

PERIODICITA

Čtvrtletník

CENA

Zdarma

DATUM VYDÁNÍ

25. 2. 2022

NÁKLAD

13 000 ks

EVIDENČNÍ ČÍSLO

MK ČR E 20877 | ISSN 1805-5591

EDITOR

Petr Souček
petr.soucek@natur.cuni.cz

REDAKČNÍ RADA

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

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

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

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

KOORDINÁTOR PROJEKTU

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

KOREKTURY

imprimis

GRAFIKA

Štěpán Bartošek

TISK

Trianglprint

ILUSTRACE NA OBÁLCE

Krystal syntetického křemene ze
sbírky Mineralogického muzea PFF UK.
Autor Petr Jan Juračka

VYDAVATEL | ADRESA REDAKCE

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

www.natur.cuni.cz

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

© Přírodovědecká fakulta
Univerzity Karlovy 2022

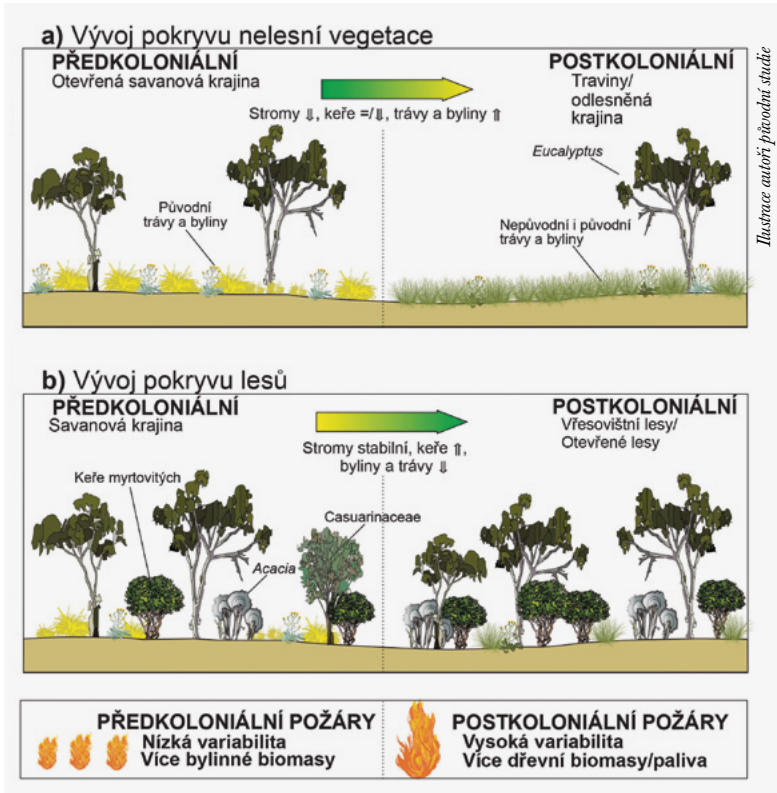
Není oheň jako oheň

Současné ničivé požáry v Austrálii mají kořen v evropské kolonizaci

VERONIKA RUDOLFOVÁ

Hospodaření s ohněm a cílené vypalování stanovišť známe z celého světa. Tento prostředek využívali nejspíš i domorodí obyvatelé Austrálie (Aboridžinci). Alespoň tak naznačují umělecká díla či zápisky z dob kolonizace. Tyto zdroje však hovoří o otevřené krajině savanového typu, ve které dominovaly traviny a byliny s roztroušenými stromy. Z vědeckých analýz usazeného pylu (palynologie), se však dosud zdálo, že australská krajina vypadala jinak. Velmi hojně (téměř z padesáti procent) v ní naopak měly být zastoupeny stromy, méně pak byliny a keře. Jasnou do této záležitosti vnesla až nová studie publikovaná časopise *Frontiers in Ecology and the Environment*, jejímž spoluautorem je i docent Petr Kuneš z katedry botaniky Přírodovědecké fakulty UK.

„Australské dřeviny jsou specifické tím, že přenos pylu pro ně z velké míry zajišťuje hmyz (jsou takzvaně hmyzosubné). V našem prostředí se pyl dřevin obvykle přenáší větrem a předchozí modely nebyly na tato specifika australských dřevin kalibrovány, což výrazně ovlivnilo (zkreslilo) výsledky dřívějších analýz,“ říká docent Kuneš. Autoři nové studie proto využili komplexního paleoekologického modelování šíření pylových zrn v kombinaci s analýzou současného vegetačního pokryvu a rostlinných makrozbytků.



Výsledky této studie tak potvrzují svědectví historických pramenů: před příchodem kolonistů dominovaly na jihovýchodě Austrálie traviny a byliny (51 %) s roztroušenými stromy (15 %), keře tvořily přibližně třetinu vegetace (34 %). Data také potvrzují, že domorodí obyvatelé využívali řízené vypalování poměrně často. Tyto cíleně zakládané požáry byly sice běžné, ale nenabývaly nijak rozsáhlých rozměrů a oheň živilo převážně bylinné patro.

S příchodem evropských kolonistů na konci 18. století se však krajina proměnila. Otevřená stanoviště v nížinách, která jsou vhodná k zemědělskému využití, byla zpočátku hojně vypalována, a proto

se zde zvýšilo zastoupení travin a bylin a došlo k redukcii stromové vegetace. Poté bylo od využívání ohně v krajině úplně upuštěno. V lesních a hůře přístupných oblastech se výrazně zvýšilo zastoupení keřů, v hustém podrostu pak došlo jednak k nahromadění potenciálně hořlavé biomasy, současně se ale zvýšilo i propojení hořlavých částí, umožňující snadnější přeskakování ohně.

„Australské dřeviny jsou pyrofilní (uzpůsobené k disturbancím ohněm), ale jsou adaptované pouze na nepřilíš intenzivní oheň, který se rychle přežene,“ přibližuje další specifika místní

vegetace doc. Kuneš. Zvýšením hustoty keřového podrostu spolu s hromaděním kůry odlupované z eukalyptových stromů vzniká velké množství hořlavé biomasy, a eukalypty tak vlastně podpalují samy sebe.

Kumulace hořlavé biomasy a zvýšení její konektivity jde v jihovýchodní Austrálii ruku v ruce s globální klimatickou změnou, která v posledních desetiletích výrazně ovlivňuje teplotní oscilace a proudění větrů, na nichž závisí lokální počasí. Dochází tak ke změnám rozložení srážek a častějšímu výskytu teplého, suchého a větrného počasí, které podporuje rozšiřování ohňů a znesnadňuje jejich kontrolu. ●

Odhalit falešný včelí med bude snazší

Nová metoda pomůže kontrolorům a zlepší ochranu spotřebitelů medu

Foto Shutterstock.com



Včelí med patří mezi nejfalšovanější potraviny na světě. Způsobů pančování je velké množství. Nejčastějšími podvodny jsou přimíchávání sirupů z cukrové třtiny, kukuřice či rýže.

Odhalení falšovaného medu je ovšem nesnadné a obvykle je zapotřebí využití více metodických přístupů. Pomoci může nová metoda, kterou vyvinuli vědci z Výzkumného ústavu rostlinné výroby a Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Metoda spočívá v rozpoznání proteinů, které jsou včelím medu vlastní, od těch, které mohou být do medu přidány uměle. Sloužit by měla zejména státní správě a laboratořím, které se u nás zabývají kontrolou kvality potravin. Metodika je nově dostupná na www.vurv.cz.

Med je produktem vysoce organizovaného společenstva včely medonosné, které jej vytváří z nasbíraných přírodních zdrojů, zejména nektaru, případně medovice. Při „výrobě“ včely přidávají do medu své vlastní sekrety zahrnující proteiny, jejichž soubor (proteom) je pro každý med jedinečný. Jedněmi z takových proteinů jsou včelí amylázy. Dostatečná aktivita těchto enzymů je mezinárodně uznávaným faktorem svědčící o vysoké kvalitě a čerstvosti medu.

Pokud je med falšovaný nebo se s ním nešetrně zachází, bývá neblahým způsobem ovlivněna i amylázová aktivita. Med s nedostatečnou amylázovou aktivitou nesmí být prodáván. Z tohoto důvodu si podvodníci pomáhají přidáním cizích amyláz, které nejsou medu vlastní. Jak

ukázal dřívější výzkum autorského týmu metodiky, jsou k tomuto účelu využívány amylázy běžně využívané v potravinářství, jako např. z houby druhu *Aspergillus niger* nebo z bakterií *Bacillus amyloliquefactiens* a *Bacillus licheniformis*.

Certifikovaná „Metodika pro identifikaci cizích amyláz v medu“, kterou navrhli výzkumníci z Výzkumného ústavu rostlinné výroby a Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, je založena na kompletní analýze proteinů obsažených v medu a nabízí postup, kterým je možné cizorodé amylázy v medu identifikovat. Metodika je určena pro využití ve státní správě, zejména pro Státní zemědělskou a potravinářskou inspekci (SZPI) nebo Státní veterinární správu (SVS), které se kontrolou kvality medu v Česku zabývají. Využití metodiky je také ve výuce a budoucí praxi přírodovědných, veterinárních, chemických i lékařských oborů. Výsledky, které lze aplikací metodiky v praxi získat, budou ku prospěchu také poctivým včelařům a obchodníkům.

Pančování medu se intenzivně zabývá i Evropská komise. Ta v 1. polovině roku 2022 počítá s předložením návrhu pozměněného značení včelího medu, ze kterého bude spotřebitelům patrnější, odkud pochází. Největším současným výrobcem medu na světě je Čína.

Certifikovaná metodika je výsledkem projektu Národní agentury pro zemědělský výzkum (NAZV) č. QK1820088 (2018-2020). Jeho řešiteli byli RNDr. Tomáš Erban Ph.D. za Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. a Mgr. Karel Harant za Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy. ●

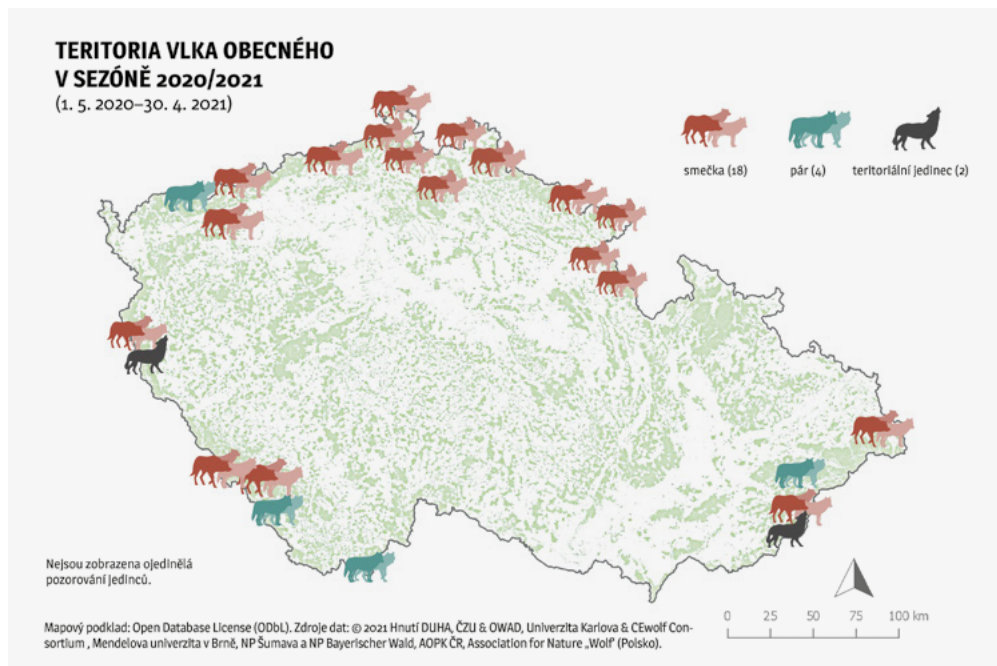
Další vlci na obzoru

Podle každoročního monitoringu se počet vlčích teritorií v Česku rozrostl o dvě

Díky unikátnímu terénnímu monitoringu šelem se v roce 2021 podařilo zmapovat čtyřicet vlčích teritorií, která alespoň částečně zasahovala na území Česka. Oproti údajům ze sezóny 2019/2020 jich je o dvě více – v Orlických horách a v Českém lese. Většina z nich se nacházela v Čechách, a to spíše v pohraničních oblastech. Některá na naše území zasahovala jen nepatrně. V osmnácti případech se jednalo o smečky, ve čtyřech případech o vlčí pár a ve dvou o teritoriální jedince.

Přiložená mapa vychází z prokázaných případů rozmnožování vlků, doložených fotopastmi nebo genetickou analýzou, případně z opakovaných věrohodných nálezů stopních drah a trusu, z nichž bylo možné přítomnost teritoria potvrdit. Nejsou do ní ale zahrnuty údaje o nahodilém pozorování samostatných vlků, jejichž dočasný výskyt nelze vzhledem k vysoké mobilitě druhu vyloučit na většině území ČR. I tyto informace výzkumníci vyhodnocují, pro stanovení počtu osídlených teritorií však nejsou relevantní.

Nově se oproti předešlému roku potvrdila rozmnožující se smečka v Orlických horách, jedno teritorium navíc bylo díky genetickým analýzám odlišeno také v Českém lese. Nejčastěji se do Česka dostávají vlci ze severu – ze středoevropské nížinné populace, jejíž centrum je v západním Polsku a v Německu. Na Moravu a do Slezska se zatím šíří vlci ze slovenských a polských Karpat. Jedinci z obou populací se však mohou v Česku potkávat. Vědci například ve vzorku z konce listopadu 2020 odhalili v Orlických horách samce původem z Karpat. O 3 týdny později byl ten stejný jedinec identifikován opět v Karpatech – na slovenské straně Javorníků.



Údaje se vztahují k takzvanému vlčímu roku 2020/2021, což zahrnuje období od května 2020 do konce dubna 2021, které lépe odpovídá rozmnožovacímu cyklu vlků než kalendářní rok: vlčata se totiž většinou rodí v dubnu. Smečky v našich podmínkách obvykle čítají 4–6 jedinců.

„V sezoně 2020/2021 jsme geneticky zpracovali přes 400 vzorků vlků z území ČR, což je více než dvojnásobný nárůst oproti předchozímu období. Tento nárůst není způsoben přibýváním vlků (máme jen o dvě teritoria více než dřív), ale zintenzivněním genetického monitoringu v rámci několika nových projektů. Opět se prokázalo, že u nás nevznikají kříženci vlků se psy, podařilo se přesněji vymapovat teritoria i původ solitérních jedinců a získat řadu dalších informací o vlčí populaci. Více informací ke genetickému monitoringu vlka lze nalézt

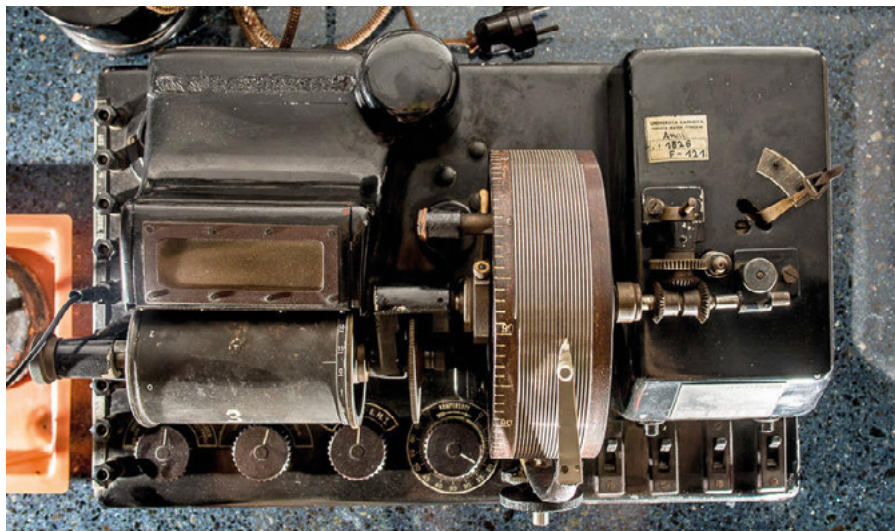
na <https://www.navratvlku.cz/o-vlkovi-genetika/>, komentuje situaci Pavel Hulva z Přírodovědecké fakulty UK, zodpovědný za genetický monitoring vlka.

Na monitoringu a terénním výzkumu se podíleli Hnutí DUHA Olomouc, Mendelova univerzita v Brně, Česká zemědělská univerzita v Praze, Správa národního parku Šumava a Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. Přeshraniční teritoria byla konzultována s polským sdružením WILK, partnery projektu OWAD ze Saska a Správu Národního parku Bavorský les. Genetické analýzy prováděla Přírodovědecká fakulta UK, Česká zemědělská univerzita a CEWolf konsorcium.

Ze společné tiskové zprávy Hnutí DUHA Olomouc, PŘF UK a ČZU v Praze. ●

Sto let polarografie

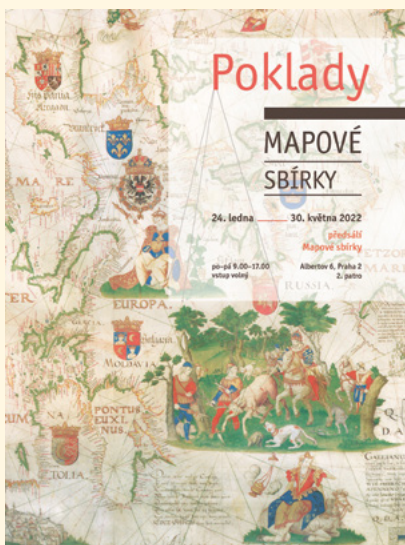
Převratná metoda pomáhá s analýzou látek již celé století



▲ Heyrovského polarograf. Foto Petr Jan Juračka

Poklady Mapové sbírky opět vystaveny

Úspěšná výstava se po letech vrací domů na Albertov



Výstava Poklady Mapové sbírky, kterou v roce 2014 uspořádala Mapová sbírka PŘF UK ve spolupráci s Ministerstvem kultury ČR, sklídila v minulosti velký úspěch. Poté, co byla jako putovní výstava k vidění na různých místech v Česku, je možné si ji opět prohlédnout na Albertově, a to od 24. ledna do 31. května 2022 v předsálí Mapové sbírky. Přijďte se podívat! Výstava je určena milovníkům geografie, historie, kartografie, ale i výtvarného umění, grafiky a řemesel. To všechno staré mapy, atlasy i glóby představují a zahrnují. Jsou odrazem doby, kdy bylo možné poznat autora podle jeho kartografické přesnosti, barev, rytin i originálních kompozic. ●

Polarografie, po řadu let považovaná za královnu mezi analytickými metodami, oslavila 10. února 2022 výročí 100 let od svého vzniku. Objevitel této vědecké metody, která tehdy proslavila Československo v odborných kruzích celého světa, nositel Nobelovy ceny prof. Jaroslav Heyrovský, působil i na naší fakultě, kde založil katedru fyzikální chemie.

Metoda polarografie umožnila jednoduchým způsobem a při nízkých nákladech zjistit, jaké látky a v jakém množství se ve zkoumaném prostředí nacházejí. Funguje na principu měření elektrického proudu, který prochází rtuťovou kapkou a roztokem, do něhož rtuť odkapává.

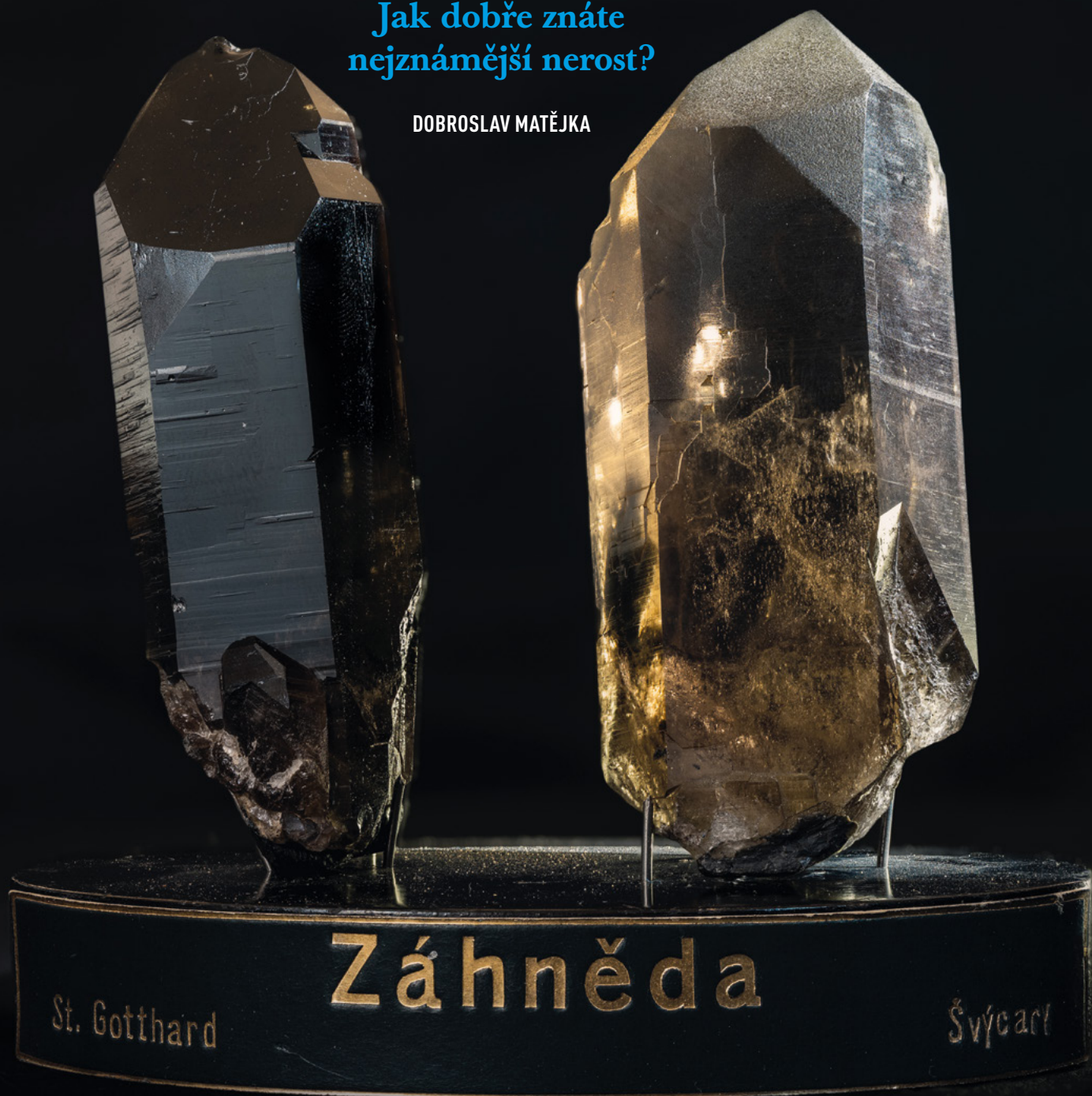
Polarografie byla prof. Heyrovským po mnoho let rozvíjena, zjednodušována, představována a propagována na jeho zahraničních cestách. Na pražské Univerzitě Karlově vznikla dokonce první polarografická škola a v roce 1925 sestrojil prof. Heyrovský spolu s japonským žákem Masuzó Šikatou první polarograf, který při měření automaticky zaznamenával křivky.

V průmyslu se pomocí této metody určuje složení surovin nebo produktů, a to jak žádoucích, třeba vitaminů, tak nežádoucích, jako jsou pesticidy. Medicína ji využívá mj. při krevních rozbořech. Polarografie rovněž umožnila určit některé choroby, např. rakovinu, a to díky analýze změny bílkovin v krvi. Dodnes na jejím principu fungují také glukometry, čidla pro měření koncentrace rozpuštěného kyslíku nebo sondy optimalizující poměr benzínu a vzduchu zážehových motorů. ●

Když se řekne křemen...

Jak dobře znáte
nejznámější nerost?

DOBROSLAV MATĚJKA



◀ **Pravý a levý křemen. Na krystalech nižšího křemene jsou vidět trojúhelníkovité plochy pravého a levého trapezodru (bližší vysvětlení v textu). Vodorovné rýhování na plochách šesterečného hranolu je pro křemen typické. Výška krystalů 9 cm.**

Foto Petr Jan Juračka

Křemen patří k nejběžnějším minerálům na zemském povrchu. Zná ho každý, přinejmenším jeho barevné odrůdy, jako jsou fialový ametyst, hnědá záhněda nebo růžový růženín. Méně nápadný je obecný křemen, přestože je součástí velké řady hornin, ať už vyvřelých, usazených, nebo přeměněných. Podíl křemene na složení zemské kůry se odhaduje dokonce až na 20 %.

KŘEMEN A JEHO PŘÍBUZNÍ

Po chemické stránce je křemen oxid křemičitý, SiO_2 . Stejný vzorec má ovšem celá řada minerálů, jako jsou například tridymit, cristobalit, coesit, stišovit nebo melanoflogit, které se od křemene i od sebe navzájem liší svou krystalovou strukturou. Je to ukázkový příklad tzv. polymorfie, kdy látka se stejným chemickým složením může krystalovat ve více strukturách. Chemismem odpovídá křemenu i opál, který však na rozdíl od něj obsahuje vodu ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). K vlastnímu křemenu řadíme křemen nižší (a), křemen vyšší (b) a mikrokrytalickou formu označovanou jako chalcedon.

VZOR KRystalŮ

Pokud má člověk namalovat jakýkoliv krystal, s největší pravděpodobností namaluje krystal křemene v podobě šestibokého hranolu nahoře zakončeného trojúhelníkovými plochami tvořícími pyramidu. Udělal to například Karel Čapek po své návštěvě Britského muzea a kresbu najdeme v jeho Anglických listech. Podobně se zachoval i německý

sochař Johannes Watzal u Goethova pomníku v Aši, když chtěl velkému básníkovi a přírodovědci vložit do rukou minerál – opět je to typický šestiboký křemen. Je to prostě takový zástupce všech krystalů.

MORFOLOGIE

V učebnicích pro základní školy se uvádí, že křemen krystaluje v soustavě šesterečné. Při podrobnějším studiu však zjistíme, že existují dva druhy křemene, které se liší svou souměrností. K hlubšímu pochopení nám pomůže, když ze soustavy šesterečné (hexagonální) samostatně vyčleníme soustavu klencovou (neboli trigonální). Dělalí to někteří autoři vysokoškolských učebnic a má to svůj význam – máme tak od sebe oddělené krystaly s šestičetnou



osou souměrnosti a krystaly s trojčetnou osou souměrnosti (ve směru krystalové osy c).

Do první skupiny potom patří tzv. křemen vyšší, který je opravdu šesterečný, do druhé skupiny křemen nižší, který je klencový. Oba typy křemene lze od sebe na dobře vyvinutých krystalech odlišit. Největší plochy zpravidla v obou případech patří šestibokému hranolu, ale rozdíl je v zakončení krystalů. Vyšší křemen je ukončen šesti stejnými plochami ve tvaru trojúhelníka, nižší křemen buď třemi plochami, nebo také šesti, z nichž jsou ovšem tři větší a tři menší. Netvoří totiž šestiplochou pyramidu, jako je tomu u křemene vyššího, nýbrž dva klence, z nichž každý má plochy jiné velikosti (u tzv. volných krystalů je vidět i dolní zakončení).

Krystaly nižšího křemene mohou oku poskytnout ještě další potěšení. U některých je totiž vyvinut vzácněji se vyskytující tvar zvaný trapezodr. Na fotografii dvou krystalů záhnědy ze švýcarských Alp (viz hlavní foto) mu patří plochy ve tvaru trojúhelníka umístěné mezi plochou šestibokého hranolu a plochou velkého klence. Levý krystal představuje tzv. křemen levý (plocha trapezodru je vlevo), napravo je pak křemen pravý (plocha trapezodru je vpravo). Na fotografii je také dobře vidět pro křemen typické vodorovné rýhování (kolmo ke směru protažení) na hranolových plochách.

Mikrokrytalický chalcedon žádné krystalové tvary vytvořit nedokáže, a proto tvoří celistvé, kulovité, hroznovité nebo krápníkovité agregáty.

◀ **Pomník J. W. Goetheho od J. Watzala v Aši. Velký básník drží v rukou krystaly vyššího křemene. Je to jediná socha Goetheho s minerálem v českých zemích.**

Foto I. Ružek

BARVA A BAREVNÉ ODRŮDY

Barva křemene se nejčastěji pohybuje mezi mléčně bílou a šedou, která však může být i hodně tmavá. V některých horninách, například v ryolitech, bývá křemen dokonce až černý. Světlý křemen bývá často zbarven dožluta až dohněda, hojně je i zbarvení dočervena – mohou za to zejména minerály železa limonit a hematit. Čirý průhledný křemen se označuje jako křišťál, barevné odrůdy jsou hnědá až hnědá, fialový ametyst, černý morion, žlutý citrín a růžový růženín. Připomenout lze i odrůdy, ve kterých křemen ve velkém množství uzavírá jiné minerály; příkladem mohou být tygří oko, avanturín nebo železitý křemen, nacházené u nás v ordovických sedimentech v oblasti Barrandienu.

Chalcedon se vyskytuje nejčastěji v barvě šedé, šedomodré nebo hnědavé, ale má také své barevné odrůdy, jako jsou bílý kašolong, červený karneol,

světle zelený chrysopras, tmavě zelená plazma, zelený a žlutohnědý až červený jaspis nebo heliotrop, který je zelený s červenými skvrnkami. K chalcedonu patří také pazourek (nejčastěji šedý až černý) a rohovec (hnědý až hnědočerný), které se vyskytují v karbonátových sedimentech, a také achát – jemně páskovaná odrůda tvořená střídáním vrstviček křemene, chalcedonu a opálu, známá především jako druhotná výplň okrouhlých dutin po plynech v některých vulkanických horninách. Výrazně páskovaný chalcedon se označuje jako onyx.

DALŠÍ FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI

V přírodě se většinou setkáváme s kusovým obecným křemenem, na kterém žádné krystalové tvary ani rýhování vidět nejsou. Pak je třeba pátrat po fyzikálních vlastnostech, podle kterých bychom jej poznali. Křemen patří mezi tzv. lehké minerály, jeho hustota je zhruba $2,6 \text{ g/cm}^3$. Je většinou

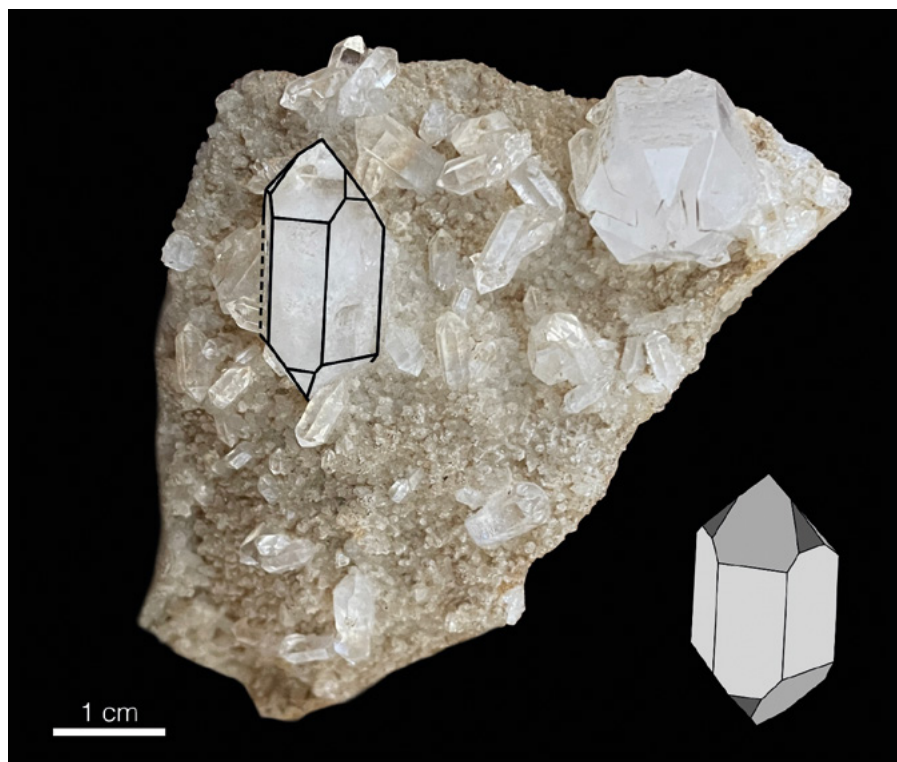


průsvitný, někdy však až neprůhledný, má skelný lesk. Nemá štěpnost, pouze lom, který bývá nepravidelný, někdy lasturnatý nebo tříštivý. U chalcedonu je lasturnatý lom výrazný a ve spojení s tvrdostí činil v době kamenné z tohoto minerálu (zejména pazourku) oblíbený materiál pro výrobu různých nástrojů. Na Mohsově stupnici tvrdosti je křemen na 7. místě, ryje tedy do skla. Tvrdost též předznamenává jeho využití jako abraziva (pískování, tryskání).

VZNIK

Křemen vzniká krystalizací z magmatu bohatého na křemík, a proto je součástí nejběžnějších magmatických hornin. Je důležitým minerálem hydrotermálních

◀ **Krystal nižšího (klencového) křemene je zakončen plochami dvou klenců, které se liší velikostí ploch. Na připojeném obrázku ideálního krystalu je patrné, že každý klenc je tvořen šesti plochami, přičemž tři dolní jsou proti třem horním pootočený o 60° . Velikost vzorku $8 \times 6 \text{ cm}$. Foto Marek Tuhy**





◀ **Křemen vyšší (šesterečný). Krystaly jsou zakončené šesti stejnými plochami ve tvaru trojúhelníka tvořícími pyramidu. Velikost vzorku 14x10 cm. Foto Marek Tuhy**

„křemen tvrdý, písek měkký“. Křemen je skutečně ztělesněním tvrdého a velmi odolného minerálu. Mapující geolog občas vstoupí na pole, kde se povalují větší či menší kusy křemene, roztahané v důsledku zemědělských prací po celé ploše, takže se zdá, že v podloží není nic jiného než křemen. Ve skutečnosti je však území tvořeno například pararulami, kterými prochází křemenná žíla o tloušťce (mocnosti) nanejvýš několika decimetrů. Méně odolné pararuly však zvětraly a v hlíně tvoří jen malé úlomky, zatímco odolný křemen zvětrávání přežije v podstatě bez úhony.

Křemen je součástí hornin, které na zemském povrchu převažují, ať už jsou původu magmatického (granity a jim podobné horniny), sedimentárního (zejména křemenné pískovce), nebo metamorfního (svory, ruly). Při jejich zvětrávání se přednostně rozkládají jiné minerály, jako živce nebo slídy, zatímco mechanicky i chemicky odolný křemen běžně přechází jako hlavní součást do sedimentů, jako jsou štěrky a písky,

jejichž zpevněním pak vznikají slepence a pískovce. V nich je proto křemen velmi běžnou a často převažující součástí; připomeňme si jen křemenné pískovce známé z našich skalních měst.

Horniny s vysokým obsahem křemene nebo chalcedonu jsou v krajíně morfologicky produktivní a často vytvářejí četné krajinné dominanty; lze zmínit buližníky v Praze na Ládví nebo u Plzně na Radyni či křemence na Plešivci v Brdech.

Zajímavým úkazem jsou velké hydrotermální křemenné žíly označované jako křemenné valy. Mají délku až několik desítek kilometrů a šířku (mocnost) až desítky metrů. Na našem území je největší takovou žilou český křemenný val vystupující například v oblasti Domažlicka nebo Ašska, kde ho přechází silnice z Františkových Lázní do Aše. Za obcí Hazlov lze v lese nalézt skály z křemene o výšce až 15 metrů. Název Goethova skalka asi už nenechá nikoho na pochybách o tom, že Goethe si s křemenem docela dobře rozuměl. Ostatně byl nejen vynikajícím literátem, ale i znamenitým přírodovědcem. ●

AUTOR PŮSOBÍ V ÚSTAVU GEOCHEMIE, MINERALOGIE A NEROSTNÝCH ZDROJŮ A JE KURÁTOREM MINERALOGICKÉHO MUZEA PŘF UK

procesů, krystalizuje na puklinách, a je tak častou výplní žil, z nichž některé obsahují i rudní minerály. Srážením křemičitých hmot z vodných roztoků vznikají chemogenní sedimentární horniny – silicity (gejzirit, limnokvarcit). Křemičité schránky mořských organismů, jako jsou rozsivky nebo mřížovci, a také jehlice hub se stávají součástí sedimentů. Při zpevňování sedimentu (diagenézi) dochází k jejich rozpouštění a opětovnému vysrážení ve formě pazourků nebo rohovců.

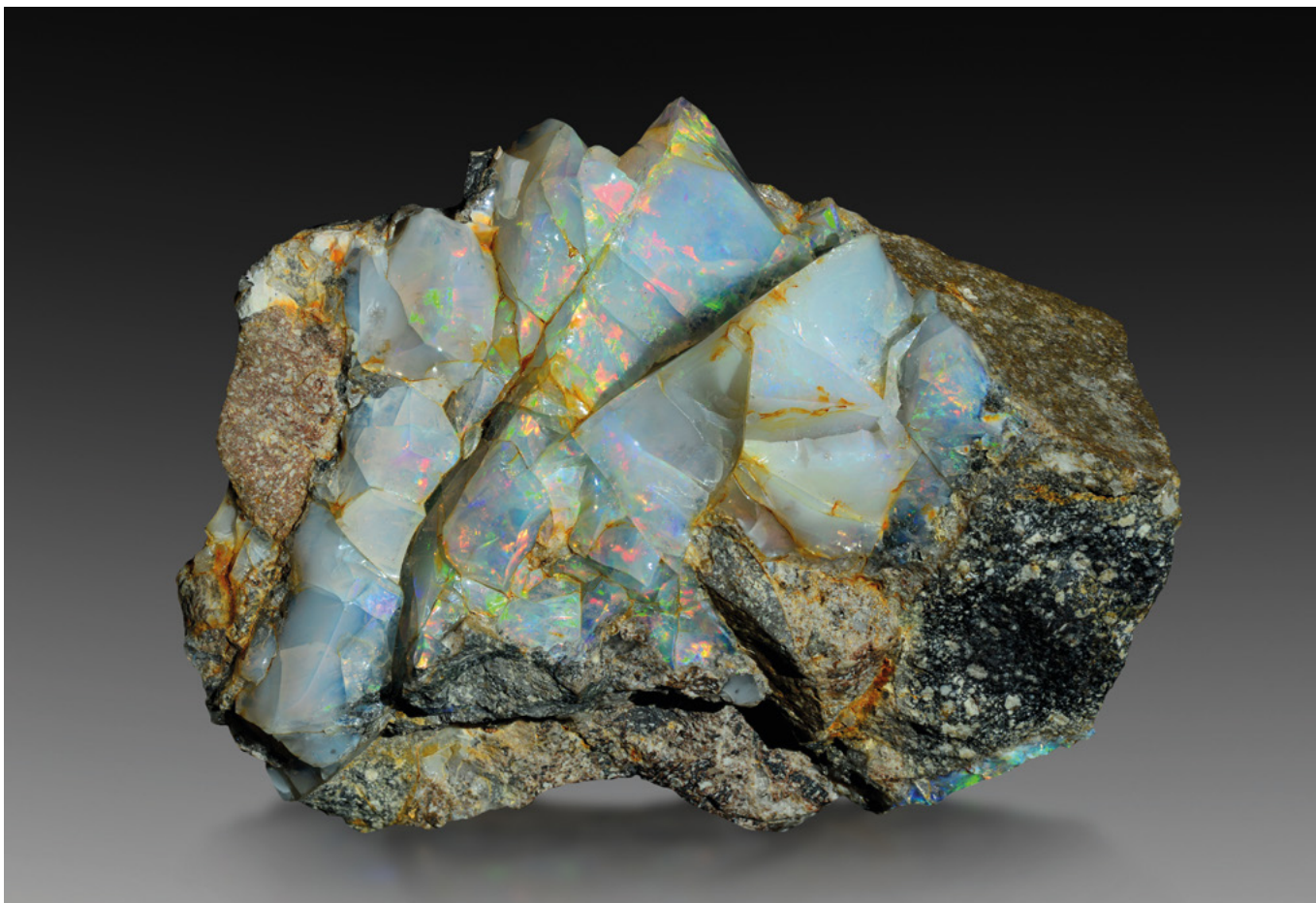
KŘEMEN V KRAJINĚ

Vedle známých veršů z Nerudovy básně poukazuje na typickou vlastnost křemene i verš z Goethova Fausta:

▶ **Součástí tzv. českého křemenného valu je i Goethova skalka, která se nachází nedaleko Aše. Jde o řadu skalních útvarů v délce kolem 300 m, které místy dosahují výšky až 15 metrů.**

Zdroj Wikimedia Commons, autor Opodeldok – vlastní dílo, CC BY-SA 2.5 (Obrázek možno otočit o 90°)





Kameny poznání

Sloučeniny křemíku na Zemi jsou archívem cenných informací

MARTIN MIHALJEVIČ

Přestože lidstvo zná bezmála 5800 minerálních druhů, těch běžných, horninotvorných je na Zemi jen okolo třiceti. Mezi ně řadíme i minerály obsahující SiO_2 . Ty tvoří zpravidla krystalické struktury, které jsou obsaženy jak v horninách, tak v biologických schránkách a rostlinách.

Co je na sloučenině SiO_2 (angličtina používá pro SiO_2 zkratku *silica* a *silicon* pro čistý Si) zajímavé a proč je spojení těchto dvou řekněme lehkých prvků tak významné? A co můžeme z jejich struktury a složení poznat?

STAVBA KŘEMIČITÝCH HMOT

Kyslík je s ohledem na výskyt v kosmu třetí nejhojnější nuklid (resp. izotop ^{16}O) a křemík (nebo izotop ^{28}Si) je na místě osmém. Stabilní propojení těchto dvou prvků je nutné hledat ve vznikajícím *koordinačním polyedru* (základní stavební jednotce krystalické struktury) – tetraedru SiO_4 . Ten vzniká u prvků, které mají poměr iontových poloměrů kationtu a aniontu v rozmezí 0,2–0,4 (u SiO_4 je tento poměr 0,285). Při takovémto velikostním uspořádání hlavních stavebních jednotek polyedru vytvoří čtyři k sobě

přitisknuté kyslíky místo právě pro dostatečně malý křemík. Čtyřstěn SiO_4 je dokonale stabilní, opakuje se ve všech minerálech označovaných jako silikáty a přetrvává i po rozpuštění pevné fáze ve vodě.

POD TLAKEM

Vlastnosti vnitřní struktury sloučenin SiO_2 předurčují jeho mnohotvárnost s ohledem na jeho vznik, výskyt a stabilitu. Tlak, při kterém SiO_2 vzniká, lze odvodit z hustoty sloučeniny SiO_2 . Za extrémně vysokého tlaku, například

◀ **Opál je pozoruhodný křemičitý minerál s vysokým obsahem vody. Jeho původ je zpravidla organický, kdy dochází ke zpětnému srážení rozpuštěných schránek mikroorganismů, zejména rozsivek.** *Zdroj Shutterstock.com*

dopadu meteoritu, může vzniknout minerál *stišovit* o hustotě $4,3 \text{ g/cm}^3$ (čtyřnásobek hustoty vody). Za atmosférického tlaku vzniká *crystalit* s hustotou $2,3 \text{ g/cm}^3$. Cristobalit vzniklý za vysoké teploty a stišovit vzniklý při vysokém tlaku jsou proto při nižší teplotě, resp. nízkém tlaku, nestabilní nebo metastabilní.

Minerál, na který na povrchu Země narazíme nejčastěji, se nazývá *α-křemen*. Má hustotu $2,65 \text{ g/cm}^3$ a vzniká jako součást žul nebo třeba metamorfovaných hornin. A vzhledem ke své velké stabilitě se stává i hlavní součástí klastických sedimentů, jako jsou pískovce, nebo běžných přírodnin, jakými jsou půdy. V nich je křemen – možná poněkud překvapivě – nejhojnější komponentou. Všichni si vzpomenou na jílové minerály či organickou hmotu. Ba ne, v půdách převažuje křemen.

ROZPUŠTĚNÝ

Sloučeniny SiO_2 , včetně křemene, se zdají být na rozdíl od jiných minerálů věčné – odolné a nerozpustné. Není tomu tak. Křemen se rozpouštět může, jen to trvá velmi dlouho. Ale protože v geologii máme času dost, obsahuje rozpuštěné křemičité ionty nebo kyselinu křemičitou půdní, podzemní, minerální i mořská voda.

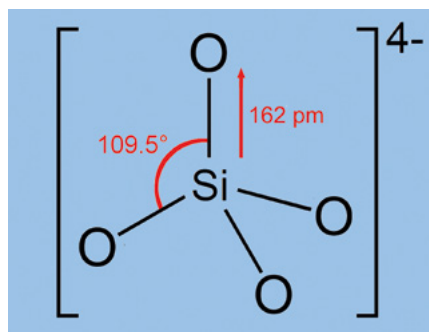
Ze silikátů i z křemene se při rozpouštění oddělují jednotlivé tetraedry SiO_4 a přecházejí do roztoku a vytvářejí kyselinu křemičitou (H_4SiO_4) nebo hydrogengkřemičitanové ionty (H_3SiO_4^-).

V mořské vodě je obsaženo $0,5\text{--}10 \text{ mg/l}$ rozpuštěného SiO_2 , ale například vřídlo v Karlových Varech obsahuje dokonce 69 mg/l rozpuštěného SiO_2 . Zda bude v roztoku dominovat nedisociovaná kyselina, nebo aniont, záleží na pH roztoku (při nízkém pH převažuje nedisociovaná kyselina a naopak).

OKNA DO MINULOSTI

Zajímavý je i vztah SiO_2 a teploty. Křemen nebo minerály o složení SiO_2 mohou vznikat za vysokých teplot v magmatických horninách ($> 600 \text{ }^\circ\text{C}$), za nižších teplot v hydrotermálních systémech ($400\text{--}200 \text{ }^\circ\text{C}$) a za relativně chladných podmínek ($< 30 \text{ }^\circ\text{C}$) jako materiál tvořící schránky mořských mikroorganismů. Z koncentrace SiO_2 (zejména v minerálních vodách) pak můžeme určit, za jaké teploty k interakci vody a horniny došlo, protože vyšší teplota se projeví vyšší koncentrací SiO_2 v roztoku.

Mimo tohoto „teploměru“ pomáhá SiO_2 a křemen určit dávnou teplotu ještě dalším způsobem. Kyselina křemičitá se totiž při srážení zbavuje dvou molekul vody a vzniká SiO_2 jako mikrokrytalický a vodnatý minerál opál, který se posléze změní na stabilní křemen. Ten sice může vzniknout čistě



▲ **Základní stavební jednotka krystalické struktury – tetraedr SiO_4 .** *Zdroj Wikimedia Commons, autor Member, CC BY-SA 3.0*

anorganickou cestou přímo z mořské vody, ale mnohem častěji se tak děje při vzniku schránek jednobuněčných organismů (mřížovců, *Radiolaria*) nebo řas (rozsivek, *Diatomeae*). Podobně mohou SiO_2 koncentrovat někteří plži, houby nebo vyšší rostliny. Takové křemičité inkrustace a schránky většinou zpevňují buněčnou stěnu a brání tak organismy před jejich predátory.

Uvedené organismy se po svém zániku stanou hlavním materiálem sedimentů, ze kterých později vzniknou horniny obsahující opál a křemen. Zastoupení izotopů kyslíku (poměr $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) ve vodě a sráženém SiO_2 je inverzně závislé na teplotě. Tedy čím nižší je teplota vody, tím více se srážený chalcedon (opál, křemen) obohacuje o těžší izotop kyslíku ^{18}O a naopak. A protože křemičité horniny (rohovce, silicity) jsou dostupné i z nejstarších období historie Země, například archaika před 2,5 miliardami let, víme, že oceán v tomto období měl výrazně vyšší teplotu než dnes.

STOJÍ ZA TO BÝT Z KŘEMENE

Málokterý minerál pronikl do české poezie tak jako křemen. Jan Neruda v básni „Vzhůru již hlavu, národe“ (Písně kosmické) končí druhou sloku:

„Jde to, ach jde! Jen každý hled
k vlastnímu dobře jádru;
bude-li každý z nás z křemene,
je celý národ z kvádrů!“

Nevíme, nakolik si Jan Neruda uvědomil výjimečné vlastnosti křemene nebo sloučenin SiO_2 . Nicméně průměr zvolil dokonalý. Vybral jednu z nejstálejších, velmi tvrdých, přitom obyčejných, nepostradatelných a někdy i překrásně vyvinutých látek na Zemi. Stojí za to být z křemene! ●

AUTOR PŮSOBÍ V ÚSTAVU GEOCHEMIE, MINERALOGIE
A NEROSTNÝCH ZDROJŮ

Drobný lístek uranové slídy metaautunitu ozářil ve svém okolí křemen a změnil ho v záhnědu. Živcový lom Krásno, Horní Slavkov. Foto Petr Jan Juračka



I křemen umí „chytat bronz“

Ionizující záření může dát krystalům křemene atraktivní barvu

VIKTOR GOLIÁŠ

Znáte odrůdu křemene na obrázku? Patrně jste se s ní již setkali, ačkoli o tom třeba ani nevíte. Její barva je obvykle kouřově hnědá, ale může přecházet až do tmavě hnědé i černé. Řeč je o záhnědě, resp. morionu (v případě temnějších odstínů). Jedná se o poměrně rozšířený „drahý“ kámen, oblíbený právě pro svou neobvyklou barvu. Po chemické stránce se jedná o běžný trigonální SiO_2 . Pozoruhodné je na něm hlavně to, jakým způsobem vzniká jeho zbarvení: za jeho zhnědnutí totiž může radioaktivita.

NARUŠENÁ MŘÍŽKA

V přírodě se setkáváme i s jinými nerosty, jejichž vzhled ovlivňuje radioaktivní záření. Například v barevných horninotvorných minerálech (slídách, pyroxenech či amfibolech) můžeme pozorovat tzv. pleochroické dvůrky (okrouhlé lemy), které jsou vyvolány zářením alfa. Radioaktivita působí i při modrání halogenidů, halitu či fluoritu, které jsou zvláště citlivé na záření beta. Záhnědy jsou však v řadě ohledů specifické. Tmavá barva totiž spočívá v porušení krystalové mřížky, kdy neúčinnější je v tomto případě záření gama, ale dá se

vyvolat i uměle zářením rentgenovým či proudem elektronů (beta).

Příčiny tohoto porušení byly hledány již od 50. let 20. století, a to za použití elektronové paramagnetické rezonance (EPR), která dovede měřit spiny nepárových volných valenčních elektronů. Bylo zjištěno, že ve struktuře nerostu vznikají zachycením volného elektronu bodové mřížkové poruchy, kterých je nejméně pět typů. Nejprve se zdálo, že hlavní roli hrají volné elektrony zachycené na kyslicích okolo hliníku, který je v křemeni běžně přítomen jako příměs v substituci za křemík.

Novějšími výzkumy však bylo zjištěno, že hliník ani není potřeba – poruchy vznikají přiblížením dvojice kyslíků v tetraedrech SiO_4 , vznikem „díry“ (vakance) ve struktuře a zformováním peroxidového (O_2^-), či dokonce ozonidového (O_3^-) radikálu.

POUZE VELKÉ KRYSY

Interpretace EPR spekter je však velmi složitá. Problematika je stále intenzivně zkoumána a jsou formulovány stále nové teorie o charakteru mřížkových poruch ve tmavém křemenu. V každém případě jsou bodové mřížkové poruchy ve vazebných elektronech opticky aktivní a způsobují silnou absorpci světla v infračervené i viditelné oblasti. A právě proto je takový křemen tmavý.

Popsané mřížkové poruchy jsou velice reaktivní. To je také důvod, proč jsou hnědé nebo černé pouze velké číré monokrystaly, zatímco okolní, drobné krystalický či jemnozrný křemen je „normálně“ bílý. Reaktivní radikály totiž snadno rekombinují s fluidy, s nimiž

se dostanou do styku, zatímco dovnitř velkých neporušených krystalů fluida neproniknou.

NÍZKÁ TEPLOTA

Pro rozvoj radiačního černání je důležitá také teplota. Vzniká při teplotách pod 50°C , nad touto teplotou poruchy rekombinují rychleji, než vznikají. Záhnědu či morion tedy najdeme z geologického hlediska pouze blízko zemského povrchu, v hloubce vzniknout nemohou. Tmavé zbarvení křemene můžeme také snadno odstranit zahřátím. Začíná mizet již okolo 200°C a při 400°C po něm již není ani památka. Častěji se ale číré bezbarvé křemeny (křišťály) naopak uměle ozařují a vyrábí se z nich cennější záhnědy, od přírodních k nerozeznání.

Záhnědy najdeme v mnoha pegmatitech (žilných velmi hrubozrnných vyvřelinách příbuzných žule), např. v řadě moravských lokalit, kdy jsou zdrojem záření okolní horniny, často žuly. Krásné velké záhnědy ale pocházejí třeba z Alp. Je zajímavé, že v níže položených lokalitách

tzv. alpské parageneze najdeme křemen bezbarvý, tedy křišťál, a záhnědy se vyskytují ve výškách až nad 2 500 m, kde jsou pravděpodobně postiženy „tvrdým“ kosmickým zářením, jehož intenzita se zdvojnásobuje každých 1 500 výškových metrů. A důležitým faktorem pro vznik záhnědy je také čas, tedy stovky milionů let, po které je křemen ozařován.

... AŽ DO ČERNA

Tmavší záhnědy (až moriony) se vyskytují v křemenných žilách protínajících radioaktivnější magmatické horniny, jako jsou krušnohorské greiseny (Cínovec) nebo třebíčský syenit (Kojatín, Bochovice). Dokonale černé moriony jsou pak speciální křemeny souvisejících s uranovou mineralizací. Tam dostanou nerosty „naloženo“ opravdu hodně. Jsou zkrátka černé jako noc. Takových lokalit morionu je po světě mnoho, u nás pak křemen-uranitová asociace v Krkonoších (Labská, Medvědin, Harrachov-Rýžoviště) či asociace karbonát-křemen-uranitová v Rychlebských horách (Zálesí, Jelen a nedaleké polské Kletno).

Zvláštností je, že moriony najdeme nejen přímo ve styku s uranovou rudou, ale často se vyskytují i o několik metrů dále, kam by již gama-záření nemělo pronikat, neboť nasycená vrstva hornin pro přírodní energii je jen kolem 0,5 m. Vysvětlení této záhady lze hledat v migraci snadno tekavého radonu, který z primární akumulace uranu uniká a tvoří jí plynovou obálku, která je pak sama zdrojem gama-záření.

Na příkladu záhněd můžeme opět vidět, že tolik obávaná radioaktivita rozhodně není v našem světě cizorodým prvkem. Naopak se podílí na vzniku řady zajímavých, a v případě některých nerostů dokonce velmi krásných přírodních útvarů. ●

AUTOR PŮSOBÍ V ÚSTAVU GEOCHEMIE,
MINERALOGIE A NEROSTNÝCH ZDROJŮ



Druža krystalů morionu v dutině křemenné žíly. Uranové ložisko Medvědin, Krkonoše.

Foto Petr Jan Juračka



Křemen a sklo

Za skleněné předměty vdčíme běžně dostupnému nerostu

JAN ROHOVEC, MAREK TUHÝ

Sklo a křemen spolu souvisejí velmi úzce. Nejvyšší kvalita křemenné písky jsou cennou výchozí surovinou pro sklářský průmysl. Podmínkou je co nejvyšší obsah oxidu křemičitého (SiO_2) a zvláště nízký obsah sloučenin železa a hliníku. Obsah křemene ve vstupním materiálu pro výrobu běžného tabulového skla činí 60-80 %, jedná se tedy o zcela zásadní složku.

BĚŽNÉ SKLO

Pokud není pro sklářskou výrobu k dispozici kvalitní písek, mívá produkované sklo nazelenalou barvu

(od sloučenin železa) či bývá naředlé. Sklovina se v tomto případě musí před zpracováním čistit nebo dále upravovat přidávkou pomocných látek ke kompenzaci nežádoucích zelených odstínů (například pomocí MnO_2 , tzv. *sapo vitri*). Pro snadnější tavení, tj. ke snížení teploty tání směsi vstupních materiálů, a rovněž pro snazší zpracování, se přidávají pomocné alkálie, jako vápno, soda nebo potaš. Získávají se tak skla sodnovápenatá či draselná, z nichž se vyrábí běžné sklářské výrobky jako okenní tabule, lahve apod.

MIMOŘÁDNÉ VLASTNOSTI

Z nejmocnějšího křemenného písku nebo krystalů křemene v podobě horského křišťálu se tavením vyrábí tzv. sklo křemenné, a to bez přidávky pomocných alkálií. Sklo křemenné vyniká výbornou propustností světla v oblasti ultrafialové, hodí se proto k výrobě optických a spektroskopických produktů, jako jsou hranoly, mřížky, okénka přístrojů, optické světlovodné prvky, kyvety a sklíčka.

Vzhledem k velmi vysokému bodu tání křemene (cca 1650 °C) se z křemenného skla vyrábějí výrobky

◀ **Detail dobře vytríděných zrn křemenného písku (lom Střeleč, Český ráj). Velikost jednotlivých zrněk se pohybuje do 1 mm.** Autor Petr Jan Juračka

pro práce při vysokých teplotách. Příkladem jsou nejrůznější spalovací trubice pro analytické přístroje, křemenné vložky reakčních pecí, reakční trubice do trubkových pecí pro chemickou syntézu, ampule nejrůznějšího objemu, misky, žíhací a spalovací lodičky. Další velkou výhodou křemenného skla je jeho velmi malý koeficient teplotní roztažnosti. Křemenné sklo proto snese velké tepelné rázy, aniž by hrozilo prasknutí výrobku v důsledku tepelného pnutí. Výrobky z křemenného skla lze vyjmout z pece a rozžhavené je ochladit ponořením do ledové vody.

Protože se při tavení křemene nepřidávají žádné pomocné látky, je vzniklé sklo chemicky velmi čisté a při uchovávaných nebo zpracovávaných látek v křemenném skle nehrozí kontaminace ze stěn nádoby. Křemenné nádobí je chemicky vysoce inertní a před érou plastů, zvláště pak fluorovaných (např. teflonu), představovalo možnost první volby pro konstrukci přístrojů a zařízení pro ultračistou chemii. Dodnes se používá jako materiál pro konstrukci mlžných komor, takzvaných nebulizérů, či aparatur pro výrobu ultračistých kyselin podvarovou destilací. Rovněž tak nejčistší vzorky vody, ultračistá voda pro fyzikální měření a analytické účely, se destilují v křemenných aparaturách.

▶ **Mlžná komora z hmotnostního spektrometru vyrobená z křemenného skla. Délka zařízení přibližně 20 cm.**

Autor Petr Jan Juračka

...A NEPŘÍJEMNÉ SLABINY

Vedle výhodných vlastností má však křemenné sklo i některé nečnosti. Je velice drahé v porovnání s běžným laboratorním sklem. Jeho cena odráží energeticky nákladnou výrobu a obtížné zpracování tohoto vysokotajícího materiálu, který vykazuje pouze úzkou oblast teplot, kde je tvárný a zpracovatelný. V oblasti zpracování navíc křemen už zřetelně téká a částice oxidu křemičitého ohrožují zdraví pracovníků.

Výrobky z křemenného skla poškozují nejen fluorovodík, ale jsou též citlivé k účinkům alkálií a solí alkalických kovů (hlavně lithných). Zatímco s alkáliemi reagují ve smyslu neutralizace kyselého oxidu křemičitého na alkalický křemičitan za současného rozpouštění, účinek solí lithných spočívá v urychlení krystalizace amorfního křemenného skla na bílý mikrokrystalický křemen. Tento proces označujeme jako rozesklení nebo odskenění předmětu, je spojen se ztrátou mechanické pevnosti a rozpadem poškozeného předmětu.

TŘI VEJCE DO SKLA

Vzhledem k velkému rozšíření a snadné dostupnosti se křemen stal výchozí surovinou pro chemické přeměny vedoucí k prakticky všem ostatním sloučeninám křemíku. Počátky chemie křemíku byly

skromné. Průmyslová výroba směřovala k produkci vodných roztoků křemičitanu sodného, tzv. vodního skla. Tyto se snadno získávaly už od 12. století dlouhodobým varem jemně práškového písku ve vodném roztoku sody, případně tavením sody s pískem a loužením vodou. Využívaly se pro konzervaci (například vajec).

Dnes nachází uplatnění ve velkých objemech v geologické praxi při injektážích na fixaci zvětralých hornin (při ražbě tunelů) nebo při zpevňování papírových lepenek na krabice. Struktura sloučenin přítomných ve vodním skle je nadobycí komplikovaná. Byly detekovány lineární řetězce polykřemičitanů, útvary větvené i cyklické. Tento bezbarvý, mírně viskózní roztok, lze výstižně přirovnat, co do komplexnosti složení, k černé, vazké ropě. Minoritní část vodního skla se převádí okyselením na silikagel, oblíbené sušidlo laboratorní praxe. Běžně jej potkáváme i zabalený v prodyšných balíčcích, přikládaných ke zboží na ochranu před zvlhnutím při transportu.

Sklo ve všech svých podobách je zkrátka nepostradatelným materiálem moderní společnosti a jen umocňuje význam křemene v historii i současnosti. ●

AUTOŘI PŮSOBÍ V GEOLOGICKÉM ÚSTAV AV ČR A ÚSTAVU GEOCHEMIE, MINERALOGIE A NEROSTNÝCH ZDROJŮ





Klíč k deformaci kontinentů

Specifické vlastnosti křemene mají zásadní vliv na deformaci zemské kůry.

PETR JEŘÁBEK

Křemen je jedním z nejvýznamnějších minerálů zemské kůry a po živci hned druhým nejhojnějším nerostem. Protože je zastoupen téměř ve všech typických horninách kontinentů, jeho fyzikální vlastnosti podstatným způsobem ovlivňují horotvorné procesy související se srážkami kontinentů. Podívejme se nyní na tyto procesy blíže.

PLÍŽIVÁ ZMĚNA

V podmínkách při povrchu Země, kde nepanují vysoké teploty, se horniny deformují zpravidla křehce – praskají a lámou se. Tento typ deformace, který je typicky doprovázen zemětřeseními, je z hlediska přemístění hornin náročný, protože vyžaduje poměrně velké síly. Na rozlomení horniny na povrchu Země sice stačí dobrý zásah kladivem, ale s narůstající hloubkou, a tedy i tlakem, velikost síly potřebné pro křehké porušení úměrně narůstá. Naproti tomu v ještě

větších hloubkách, kde významněji působí rostoucí teplota, začne převažovat pomalé tečení, které je z hlediska přemístění hornin výrazně jednodušší.

Tečení pevných látek, a tedy i hornin, je v angličtině označován jako „creep“, což znamená plížení neboli velice pomalý tok, kdy rychlost pohybu dosahuje maximálně několika centimetrů za rok. Tento pomalý tok, který odpovídá dlouhotrvajícím geologickým procesům, je možný díky plastické deformaci krystalové mřížky minerálů za vyšších teplot v hlubinách Země. A právě zde se projevují mimořádné vlastnosti křemene.

NOMEN OMEN?

Anglický výraz pro křemen je „quartz“ a pochází z německého „quarz“ [či „twarc“) a to zase ze slovanského „twardy“ [znamenající „tvrď“]. Etymologie křemene odpovídá jeho historickému

využití coby nástroje na opracování nejrůznějších materiálů, který byl běžně využíván starými kulturami evropského a blízkovýchodního prostoru.

V podmínkách povrchu Země se křemen opravdu vyznačuje poměrně vysokou pevností, a tím pádem i odolností vůči zvětrávání a mechanickému poškození během transportu vodou nebo větrem. A koneckonců Mohsova stupnice tvrdosti minerálů uvádí křemen na sedmé pozici, zatímco méně pevný živec na místě šestém. V podmínkách nitra Země, kde jsou horniny vystaveny vyšším teplotám a tlakům, však tato pověst křemene dostává vážné trhliny – překvapivě se zde stává nejměkčí složkou hornin.

Teploty, při kterých se minerály stávají plastickými a začínají téct, se totiž u jednotlivých minerálů dramaticky liší. U typických minerálů kontinentální kůry –

◀ **Satelitní zobrazení oblasti Himálaje a Tibetu ukazuje přemístění hornin kontinentální kůry směrem k východu a jihu (digitálně převýšeno).** *Zdroj Shutterstock.com*

křemene a živce – je k přechodu do plastického chování potřeba dosáhnout alespoň 300 °C, respektive 500 °C. Tyto teploty odpovídají hloubkám kolem 10–15 kilometrů pod povrchem Země v případě křemene a 17–25 kilometrů v případě živce. Z těchto rozdílů je patrné, že v podmínkách střední kůry je křemen mnohem měkčí než jiné složky hornin, a tak v podstatě „kontroluje“ jejich tečení.

VZNIK HIMÁLAJE

Při srážce kontinentů dochází ke vzniku horských pásem, jejichž výsledná podoba je mimo jiné kontrolována rozdíly v pevnosti jednotlivých minerálů. Pokud jedna část horninového masivu vykazuje menší pevnost, například z důvodu přítomnosti křemene, může se snadněji deformovat a tím dosahovat přemístění v prostoru neboli tečení. Právě to lze pozorovat na rozhraní Indické a Asijské kontinentální desky, jejichž střet probíhá již od období eocénu, tedy zhruba 40 milionů let.

Odhaduje se, že za dobu srážky zmizel v oblasti Himálaje a Tibetu okraj indického kontinentu o šířce až 1500 kilometrů. Tato kontinentální kůra sice zmizela z povrchu zemského, ale nikam se nevypařila – byla totiž začleněna do hluboko položených vnitřních částí himálajského pohoří

▶ **Plastická deformace křemene – ve středu obrázku můžeme pozorovat ohýbání mřížky většího zrna a jeho rekrystalizaci podél okrajů. Zrno živce vlevo dole zůstává bez deformace.** **Fotografie z polarizačního mikroskopu.** *Autor Petr Jeřábek*

a Tibetské náhorní plošiny, což vedlo k výraznému nárůstu tloušťky kontinentální kůry z obvyklých 35–40 kilometrů na 50–70 kilometrů. Tento nárůst je pak přímo spjatý s výzvihem celého pohoří, které v současnosti tvoří nejvýše položená místa naší planety.

KANÁLOVÝ TOK

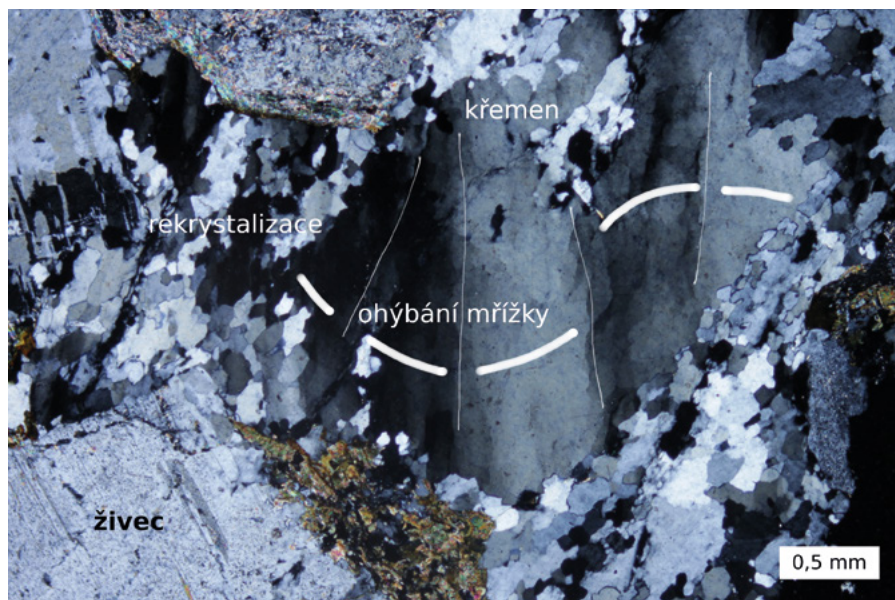
Dlouhé trvání a významný objem horotvorného procesu na rozhraní obou desek pak zapříčinily výrazné prohřátí a následně i zvýšenou plasticitu hornin nacházejících se hluboko pod Tibetskou náhorní plošinou. Během pokračující srážky relativně chladné a pevné kontinentální kůry Indie s prohřátým okrajem Asijské desky jsme v posledních pěti milionech let svědky procesu vytlačování měkkých křemenných hornin směrem k jihu na indický subkontinent, ale také k východu do uvolňujícího se prostoru směrem k Tichému oceánu.

Vytlačování probíhá v úrovni střední a spodní kůry, kde dochází k tečení měkkých hornin jakýmsi kanálem, jehož okraje jsou tvořené pevnějšími horninami. Hovoříme zde o tzv. kanálovém toku

přičemž nejvyšší himálajské vrcholy se nacházejí právě tam, kde měkké, na křemen bohaté horniny nejrychleji vytékají z hloubky pod Tibetskou plošinou. V současnosti jsou teplotní podmínky hornin v kanálu již tak vysoké, že umožňují plasticitu i u ostatních minerálů, a dochází dokonce k jejich částečnému tavení.

Přestože tečení hornin je při vzniku každého horského pásma všudypřítomným procesem, složitost chování jednotlivých minerálů a jejich vzájemná interakce v toku jsou stále málo probádaným tématem. Je to však právě křemen, který vzhledem k existenci řady studií o jeho chování představuje světlou výjimku. Fakt, že stojí na počátku procesů vedoucích k masivnímu tečení hornin kontinentální kůry a že dobře známe jeho pevnost v různých teplotně-tlakových podmínkách, činí z křemene ideální nástroj umožňující předvídat řadu aspektů deformace kontinentů a dynamiky jejich srážek. ●

AUTOR PŮSOBÍ V ÚSTAVU PETROLOGIE
A STRUKTURNÍ GEOLOGIE



Tajemný sochař

Jak příroda vytváří z křemenného pískovce umělecká díla

JIŘÍ BRUTHANS, TOMÁŠ WEISS, MARTIN SLAVÍK



Pískovcová brána Double O Arch v národním parku Arches, Utah, USA.. Foto Michal Filippi

Česká krajina je bohatá na pískovcové útvary, jako jsou skalní brány, okna, věže, převisy, arkády, sloupky nebo voštiny. Oplývají jimi zejména skalní města tvořená křemennými pískovci, které se skládají převážně z křemenných zrn, a to často i z více než 98 %. Tato původně zaoblená zrna byla po miliony let stlačována nadložními horninami a zároveň obrůstala novotvořeným křemenem. Díky tomu do sebe dnes zapadají trochu jako dílky lega (mezi jednotlivými zrny není tmel). Výsledkem je materiál, který se nerozdrť ani při velkém stlačení (hravě nad sebou udrží

i desítky metrů vysokou skalní věž), ale přitom má malou pevnost v tahu (stejně jako dílky lega jdou zrna od sebe snadno oddělit) – kvádrový pískovec.

VYBÍRAVÁ EROZE

Pískovec je rozrušován řadou procesů, které vedou k jeho rozpadu na zrna písku: mrznutím vody nebo krystalizací solí v pórech, pronikáním vláken hub a kořínků mezi zrna, střídavým ohříváním a ochlazováním zejména vlhkého pískovce, ale i obrušováním povrchu chůzí či pohybem horolezeckého lana. Proč ale právě v pískovci vznikají tak

krásné skalní útvary jako klenuté brány, vysoké věže, tenké a dokonale modelované sloupky? Po mnoho desetiletí zněla odpověď „selektivní eroze“ – někde prostě pískovec eroduje rychleji a jinde mnohem pomaleji. Ale proč?

Výzkumy v posledních deseti letech ukázaly, že eroze není v pískovci nezávislým hráčem, ale velmi silně ji zde ovlivňují dvě vlastnosti přítomné přímo v pískovci: horninový tlak a vlhkost horniny. Obě vlastnosti propojují miliony jednotlivých zrn či pórů pískovce do jediného interagujícího celku. Když upadne kus

skály nebo se vytvoří puklina, okamžitě se změní tlak v hornině celého skalního útvaru. Eroze tak nepostupuje konstantně nebo náhodně, ale v celém útvaru ji řídí aktuální tlak horniny v daném místě. Podobně vlhkost se může velmi rychle měnit, a co se stane v jedné části útvaru, ovlivní i ostatní části.

PRYČ S BALASTEM

Zejména v méně pevném pískovci je eroze za jinak stejných podmínek mnohem rychlejší tam, kde je pískovec málo stlačen, nebo je dokonce namáhán tahem. Naopak stlačené části pískovcového masivu erodují pomalu. Stlačené jsou vždy ty části, které přenášejí váhu nadloží (arkády). To, co váhu nadloží nepřenáší, můžeme nazvat balastem. Ten je erodován přednostně, což z původně fádnic hranatých tvarů pískovce vytváří nosné prvky, jako jsou klenuté převisy či skalní brány.

Tam, kde je materiál méně soudržný, je třeba většího tlaku nadloží, aby k erozi nedocházelo. Z takových pískovcových vrstev zůstanou nakonec jen tenké skalní sloupky nesoucí mohutné nadloží. Může to znít až bizarně, ale pískovec je díky popsanému procesu materiál s inteligentní erozí: eroduje tak, že se přednostně zbavuje balastu, který by jinak ohrožoval jeho stabilitu. Právě proto jsou tvary tak elegantní a jsou obdivovány v řadě chráněných území po celém světě.

VLHKOST A SŮL

Voda v pískovcích je zodpovědná za jiný zvláštní fenomén: voštiny. Zejména v nižších polohách ČR jsou skály často pokryty jamkami oddělenými tenkými příčkami a již po desetiletí se za příčinu jejich vzniku označují soli. Proč by ale soli měly přednostně erodovat důlky, a přitom tenké a křehké příčky mezi nimi ponechávat nepoškozené? Příčinu je třeba hledat ve vlhkosti pískovce a jejím pohybu.

Ve vlhkém pískovci může totiž kapalná voda proudit poměrně rychle, ale když pískovec vyschne, vlhkost se pohybuje mnohem pomaleji ve formě vodní páry. V místech, kde voda v pískovci vysychá, se z vody sráží soli. Pokud vody z nitra pískovce proudí dost, největší výpar bude nastávat na výstupcích pískovcového povrchu. Tam se vysráží nejvíce solí, a výstupky tak budou místa s nejrychlejší erozí. Pískovcový povrch bude mít tendenci se solnou erozí zarovnávat do hladka.

Jinak je tomu v případě vysokých skalních věží. Ty mají na svém vrcholu poměrně malou plochu vsaku, zatímco na jejich vertikálních stěnách je plocha umožňující výpar příliš velká. Voda z nitra pískovce proto není schopna trvale zvlhčit celý povrch. První tak vysychají výstupky, poté hladký povrch a jako poslední prohlubně. Kapalná voda proudí dlouhodobě z nitra pískovce především do prohlubní, kde se proto sráží nejvíce solí, a prohlubně se tak zvětšují

do hloubky. A z prohlubní postupně vznikají voštiny. Tenké přepážky mezi voštinami vysychají tak rychle, že poškození díky vysráženým solím v nich je zanedbatelné.

JEN TŘI FAKTORY

Žádný tajemný sochař tedy vlastně není. Jen nám příroda zase jednou ukazuje, jak mocnými, ale jednoduchými mechanismy disponuje. Dokonalé tvary z pískovce dokáže vytvořit s použitím pouhých tří ingrediencí, jimiž jsou 1) vlastnost, která je přítomná v celém pískovcovém masivu a jejíž změna se rychle šíří prostorem (tlak horniny, vlhkost), 2) vliv této vlastnosti na rychlost eroze, 3) zpětná vazba mezi vlastností masivu a erozí (změna tvaru skály díky erozi ovlivňuje danou vlastnost a obráceně). Inteligentní chování zkrátka vždycky nevyžaduje přítomnost inteligence. ●

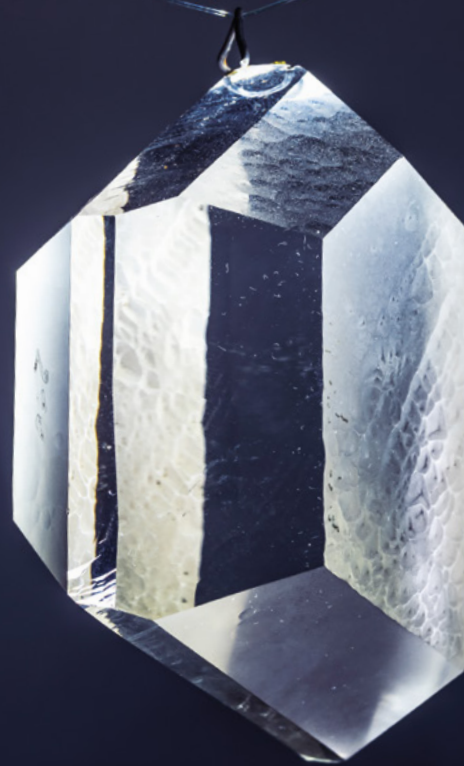
AUTOŘI PŮSOBÍ V ÚSTAVU HYDROGEOLOGIE,
INŽENÝRSKÉ GEOLOGIE A UŽITÉ GEOFYZIKY



▲ Voštiny na Drábovně v Českém ráji. Foto Michal Filíppí

Průmyslové využití křemene

Od broušení přes měření času, až po počítače a výrobu elektrické energie



JAN ROHOVEC, MAREK TUHÝ

Křemen není jen sběratelsky atraktivním minerálem, či objektem mineralogického výzkumu, ale též velmi důležitou surovinou nacházející uplatnění v celé řadě technologických aplikací. V přírodě nalézáme křemen různých kvalitativních parametrů, díky čemuž je spektrum jeho využití opravdu široké.

BROUSKY A TEPELNÉ ŠTÍTY

Chemicky nejméně čisté podoby křemene nacházíme jako běžné písky, usazené v zátokách řek či na mořských pobřežích. Tyto suroviny nachází nezastupitelné použití jako součást stavebních materiálů. Písky lepší kvality a odstupňované zrnitosti hrají významnou roli v úpravárenství vody. Jeden ze stupňů čištění vody totiž probíhá jako filtrace přes pískové lože.

Technologicky velice významný materiál připravil z křemene kolem r. 1884 americký chemik E. G. Acheson při pokusu vytvořit umělý diamant. Vysokoteplotní reakcí práškového křemene s uhlíkem v elektrické obloukové peci syntetizoval karbid křemíku SiC, analog minerálu moissanitu, nazývaný karborundum. Tato látka má strukturu a vlastnosti (nikoli však cenu) s diamantem téměř srovnatelné, což ji předurčuje k využití jako brusného a leštícího prostředku. Vzhledem k výborné tepelné vodivosti (podobné diamantu) a výborné chemické stálosti, zvláště ve vakuu a v redukčních atmosférách, nachází karbid křemíku použití v podobě cihel pro vyzdívký metalurgických zařízení nebo výrobu tepelných štítů letecké a kosmické techniky.

PŘESNÝ JAK HODINKY

V roce 1880 studovali fyzikové Jacques a Pierre Curieovi (Pierre se později stal manželem M. Skłodowské) chování krystalů při mechanickém namáhání. Některé krystaly, jež nevykazují přítomnost středu souměrnosti, se po silném mechanickém stisknutí samovolně elektricky nabíjely. Jev byl pojmenován jako piezoelektrický. Záhy se ukázalo, že jev funguje i obráceně, tedy přivedení elektrického náboje na protilehlé konce krystalu vede k drobné změně délky krystalu. Zařazením krystalu křemene do elektrického obvodu lze vyvolat elektromechanické oscilace extrémně přesné frekvence.

Konstrukční prvky využívající tento princip našly použití v radiofrekvenčních

◀ Krystal syntetického křemene.

Šířka krystalu je přibližně 7 cm.

Autor Petr Jan Juračka

obvodech či časoměrných zařízeních, od ultrapřesných etalonů až po běžné náramkové hodinky typu QUARTZ. Za účelem vysoké přesnosti se křemenné oscilátory do hodiněk zpravidla vyrábějí ze syntetického křemene. Hodinky řízené oscilací křemenného krystalu se začaly vyrábět ve druhé polovině 20. století a díky své přesnosti, ceně a spolehlivosti velmi rychle téměř vytlačily hodinky mechanické.

Křemen má vůbec intimní vztah k hodinologii (měření času). Jedním z prvních exaktních přístrojů pro měření času byly přece přesýpací hodiny. Křemenné obložení drobných ložisek v mechanických hodinách kyvadlových mělo zajistit hladký pohyb mechanických částí/os, co nejméně tlumený třením. Oscilující krystal jako by posunoval vztah křemene k měření času na novou úroveň.

Převedení mechanického pohybu na elektrický signál (nebo obráceně) v piezoelektrických měničích známe rovněž velmi důvěrně. Používá se ho například při konstrukci gramofonových přenosek nebo elektrických vah. Oscilující krystal se používá v některých inkoustových tiskárnách pro rovnoměrné stříkání kapek inkoustu na papír. Radarová technika, sonar i základní součástky konstrukce elektrických hudebních nástrojů jen dokreslují šíři možného využití piezoelektrických vlastností krystalů křemene, a pochopitelně nejen jeho. Bez křemene bychom si zkrátka „ani neškrtili“ (třeba plyn pomocí piezoelektrického zapalovače).

▶ Úlomky syntetického monokrystalu křemíku o velikostech prvních centimetrů. Autor Petr Jan Juračka

KŘEMÍKOVÉ ČIPY

Technologicky bezkonkurenčně nejdůležitějším produktem vyráběným z křemene je křemík. V dnešní době vyrábíme čistý křemík (99,5 %) na průmyslové škále přímou vysokoteplotní redukcí roztaveného křemene uhlíkem v elektrických obloukových pecích. Takový křemík je klíčovou surovinou pro výrobu křemíkových monokrystalů, případně silikonů (silikonové oleje, pryže, voděodolná lepidla, těsnící stavební hmoty, součást nátěrových hmot).

Křemík je jako jedna z mála chemických látek produkovan v extrémní čistotě. Při výrobě křemíkových polovodičů se bezvýhradně vyžaduje množství nečistot v křemíku nižší než jednotky ppb (*parts-per-billion*, odpovídá $\mu\text{g}/\text{kg}$). Po několikastupňovém přečišťování je závěrečným stupněm převedení křemíku do podoby monokrystalu, např. Czochralskiho metodou: pěstováním monokrystalu tažením z taveniny.

Po mechanických a fyzikálních úpravách monokrystalu a rozřezáním na tenké destičky nastupují pokročilé techniky výroby čipů, využívající např.



postupy řízené oxidace povrchu destičky, leptání, cílené implantace nečistot a vytváření vodivých spojů (difúzí, napařováním, epitaxi) na povrch čipu přes vhodně volené masky. Již z uvedeného nástinu procesů je zřejmé, že výroba polovodičové součástky je velice nákladný, komplikovaný a dlouhodobý proces. Jen výroba základní suroviny v potřebné čistotě a kvalitě trvá měsíce. Chybějící čipy tedy nelze vyrobit přes noc.

FOTOVOLTAIKA

Fotovoltaické aplikace křemíku jsou založeny na vnitřním fotoelektrickém jevu, který vede k prostorové separaci elektrického náboje účinkem viditelného světla na polovodič s vytvořeným p-n přechodem. Efektivita křemíkových fotočlánků při konverzi je však nízká (okolo 20 %) a dosud se ji nepodařilo podstatněji zlepšit. Navzdory tomu křemíkové články známe z každodenní praxe, díky jejich robustnosti a stabilitě v čase. Setkáváme se s nimi v podobách od součástek pro napájení drobné elektrotechniky nezávislé na elektrické síti (kalkulačky, terénní čidla), až po lány fotovoltaických panelů v solárních elektrárnách, zamýšlených jako alternativní zdroj energie.

Ačkoli se může zdát křemen jako běžný až obyčejný minerál, kterého je zemské kůra plná, z výše uvedených příkladů jeho využití je patrné, že se jedná o poněkud podceňovanou přírodninu. Bez nadsázky se dá konstatovat, že právě křemen přináší lidem střechu nad hlavou, zábavu i krásu, poznání, možnosti rychlé komunikace, elektřinu, teplo i pojem o čase. Zkrátka, bez produktů z křemene si současnou civilizaci vlastně ani nelze představit. ●

AUTOŘI PŮSOBÍ V GEOLOGICKÉM ÚSTAV AV ČR A ÚSTAVU GEOCHEMIE, MINERALOGIE A NEROSTNÝCH ZDROJŮ



Křemík v paleontologii

Analýza křemičitých struktur přináší poznatky o životě před mnoha miliony lety

KRISTÝNA VOŽENÍLKOVÁ,
JAKUB SAKALA

Křemík patří mezi nejrozšířenější prvky zemské kůry, a je proto důležitou součástí jak neživé, tak živé přírody. Jeho koloběh na naší planetě je ve velké míře poháněn planktonními organismy, jejichž sedimenty vytvářejí na oceánském dně pozoruhodný fosilní záznam. Vedle toho patří křemík mezi důležité činitele při fosilizaci organické hmoty, a to zejména rostlin. Pojďme se na tyto pozoruhodné jevy podívat blíže.

KŘEMIČITÉ KRASAVICE

Téměř u všech skupin organismů, od jednobuněčného planktonu po člověka, lze pozorovat proces, při kterém je z organismu vylučována anorganická hmota, přičemž z ní vznikají různé funkční struktury – ochranné schránky nebo třeba kosti a zuby. Podle vylučovaného materiálu existují dva hlavní

typy biomineralizace – vápenatá, kterou provádí například kokolityky, a křemičitá, kterou najdeme třeba u rozsivek nebo mřížovců.

V koloběhu křemíku hrají nejvýznamnější roli rozsivky – jednobuněčné eukaryotní řasy vytvářející z amorfního křemíku, který čerpají z okolního oceánu, složité, někdy i výrazně skulptované schránky (povrch je pokryt rýhami, důlky, hroty a hrbolky). Tato schránka se nazývá frustula a skládá se ze dvou částí, které do sebe zapadají podobně jako víko na krabici od bot. Existují tisíce druhů rozsivek a každý z nich vytváří naprosto unikátně „dekorované“ frustuly. Obrovská rozmanitost křemičitých struktur, které jsou rozsivky schopny vytvářet, nemá v přírodě obdoby.

Proces, kterým buňka rozsivky promění genetickou informaci na složité vzorované 3D struktury, není ještě zcela pochopen. Jeho studium je však zajímavé nejen z biologického hlediska – porozumění základním principům tohoto procesu v minulosti přineslo inovativní metody výroby speciálních keramických materiálů s nanoskopickými plastickými vzory, které se používají například v bateriích a dalších elektromagnetických a elektrooptických aplikacích.

UKLÁDÁNÍ KŘEMÍKU

Po smrti rozsivky klesne její frustula na dno a stane se součástí sedimentu. Přestože se jedná o objekt nepatrné velikosti, z hlediska depozice křemíku jde o proces zcela zásadní. Ročně je takto na dně oceánu pohřbeno zhruba čtyřicetkrát větší množství křemíku, než je v něm

◀ **Ukázka zkamenělého kmene u Klenotnice v Nové Pace. Jedná se jeden z našich nejdelších (8,5 m) zkamenělých kmenů vůbec, tento je ze štikovských arkóz kumburského souvrství podkrkonošské pánve. Jeho stáří je asi 300 mil. let.** *Foto laskavě poskytl V. Mendl*

rozpuštěno. Během fanerozoika (období počínajícího kambriem před 541 mil. let a trvajícím dodnes) přitom prošel koloběh křemíku značným vývojem.

Již před rozvojem rozsivek existovaly organismy, které využívaly rozpuštěný křemík k tvorbě různých struktur. Jde například o živočišné houby (porifera), které jsou evolučně velmi starobylou skupinou. Tito živočichové vytvářejí jehlice zvané spikuly, které ovšem mohou mít křemičité i vápenaté složení. Biomineralizace křemíkem ve zmíněném období má jednoduché vysvětlení – chemie tehdejšího oceánu byla velmi odlišná od chemie toho dnešního, přičemž koncentrace rozpuštěného křemíku byla nejspíš mnohem vyšší.

Na konci jurského období (před 201–145 mil. let) a v průběhu křídý (před 145–66 mil. let) došlo k velkému

rozmachu rozsivek, které obratem začaly koloběhu křemíku ve světovém oceánu dominovat a pohřbívat velké množství tohoto prvku na mořském dně. Pokles koncentrace měl postupně vliv na ostatní organismy rovněž využívající křemík. Například u jednobuněčných mřížovců, kteří si z něj vytvářejí mřížovité podpurné schránky, lze sledovat trend odlehčování této minerální struktury.

KŘEMEN A DINOSAURŮ

Nedávné nálezy fytoolitů (zkremenělých mikroskopických tělísek, která ve svých pletivech za života vylučovaly trávy a další rostliny) ve fosilních exkrementech dinosaurů (tzv. koproliitech) v nejvyšší křídě Indie měly za následek rozbití dvou dogmat. Jednak toho, že trávy v křídě ještě nebyly – byly, a už relativně pokročilé, jak ukázaly právě specifické fytoлиты, které se s úspěchem používají při jejich klasifikaci.

A také toho, že dinosaurů trávu nejedli. Mistr Burian, který kreslil trávu spásající dinosaurů, to zkrátka správně uhodl! Vedle těchto mikroskopických a relativně vzácných nálezů jsou z fosilního záznamu popisovány i větší zaoblené kameny, často právě křemeny, tzv. gas-

trolity, které velcí sauropodi pohlcovali, aby jim v trávicí soustavě pomáhaly při rozmělnění rostlinné stravy.

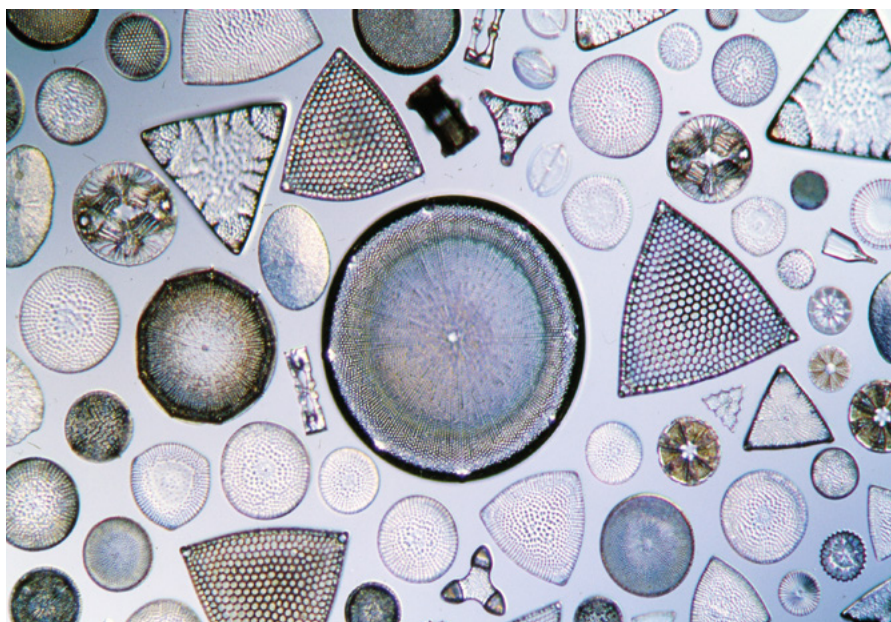
ZKAMENĚLÉ DŘEVO

Význam křemíku pro paleontologii však tímto nekončí, velkou roli totiž hraje i při tzv. permineralizaci. Při tomto procesu dochází k prosycení schránek živočichů, či nahrazování organických pletiv u rostlin uložených v sedimentu kolujícími látkami anorganickými. V případě SiO_2 mluvíme o prokřemenění neboli silicifikaci. Ta je typická pro rostlinná pletiva, především pak dřeva, kdy SiO_2 může „vypadávat“ i z poměrně zředěných roztoků kyseliny křemičité. K tomuto procesu nemusí vždy docházet při velkých teplotách a není potřeba ani přítomnost horkých pramenů či vulkanismu. Je celá řada prostředí, kde mohou zkremenělé zbytky rostlin vznikat.

Takovým typickým příkladem jsou silicifikovaná dřeva uložená v říčních sedimentech mladoprvohorních arkóz, což jsou vlastně pískovce, na jejichž složení se alespoň z jedné čtvrtiny podílejí nestabilní složky, např. živce. Zdrojem SiO_2 jsou zde právě tyto nestabilní složky. K silicifikaci tak může docházet i při relativně normálních podmínkách, kdy důležitou roli hraje kolísání hladiny a sezonalita klimatu. Výsledkem silicifikace jsou krásně zbarvená dřeva, která jsou navíc zásobárnou důležitých informací pro paleobotaniku při mikroskopickém studiu jako vlas tenkých výbrusů. A jsou vhodným materiálem i pro geochemiku, kteří na ně mohou aplikovat nejmodernější analytické metody, např. katodoluminiscenci. ●

AUŘI PŮSOBÍ V ÚSTAVU GEOLOGIE A PALEONTOLOGIE

◀ **Variabilita schránek rozsivek je zdánlivě nekonečná. Pro jejich tvorbu spotřebovávají obrovské množství oceánské křemíku a tím mění i chemismus jeho vod.** *Zdroj Shutterstock.com*



Po cestách, které příroda nezkusila

Již brzy se můžeme dočkat vytvoření zcela syntetické buňky

PETR SOUČEK

Ve svém výzkumu se zabývá základními stavebními jednotkami organické hmoty a momentálně se těší z publikace článku v renomovaném časopise *Molecular Biology and Evolution*. Vedle toho sleduje dění v astrobiologii a napjatě očekává objev mimozemského života. Taková je sféra zájmů dr. Kláry Hloučové z katedry buněčné biologie a ÚOChB AV ČR, mimochodem čerstvě trojnásobné maminky.

Pocházíte z Třebíče, odkud to není daleko do Brna. Přesto jste odešla studovat do Prahy. Mělo to nějaké konkrétní důvody?

To ano, ale já jsem v Praze byla již na střední škole a studovala zde IB program (mezinárodní maturita, pozn. red.), který byl v té době opravdu jen v hlavním městě. A navíc mě to asi i táhlo spíš dál než do prvního většního města.

Na fakultě působíte na katedře buněčné biologie, kterou vede prof. Jan Černý. Ten vkládá část své energie do hledání a rozvíjení mladých talentů. Patříte i Vy mezi někdejší „olympiádníky“?

Vlastně vůbec ne – mě všechny olympiády a podobné záležitosti na té mezinárodní škole zcela minuly. S prof. Černým jsem se poprvé setkala až někdy v roce 2018, když jsme se s výzkumem potřebovali někde usadit a hledala jsem, kde by nás vzali a kam bychom nejlépe zapadli. A ono to našťestí klaplo. Moc si podpory a zájemů naší katedry vážím, líbí se mi její filozofie.

Syntetická biologie je dost možná oborem budoucnosti. Jaké zajímavé výsledky má už na svém kontě?



Foto Luboš Wišněvský

Ten obor je dost široký. Mě osobně nejvíc fascinuje, kam posouvá hranice genomové syntézy a editace. Každý rok se objeví nějaký fantastický posun – z těch nedávných například redukce 64 kodonů na 61 napříč genomem *E. coli*. S napětím čekám, kdy se podaří experimentálně zcela syntetická

buňka, neodvozená od současného organismu.

Aktuálně máte na kontě články v časopise *Molecular Biology and Evolution*. Lze nějak jednoduše shrnout, čeho se publikovaný výzkum týkal?

Ano, tento článek se zabýval vazbou mezi RNA a proteinem, tedy zcela fundamentálním tématem molekulární biologie. V dnešní biologii je tato interakce na straně proteinu obvykle závislá na kladně nabitých a aromatických aminokyselinách. Ty ovšem v dřívější formě genetického kódu nejspíše chyběly a nás zajímalo, jak tedy takové interakce mohly fungovat. Naše studie ukázala, že tyto evolučně mladší aminokyseliny mohou být vlastně nahrazeny záporně nabitými a interakce potom může s velmi podobnou efektivitou probíhat přes ionty kovů. Zajímavé na tom je, že jsme se tuto interakci nesnažili specificky vytvořit, ale varianta kyselého proteinu byla selektována experimentálně z velké knihovny možností a až následně jsme zjistili, jak to celé funguje. A přišlo nám moc pěkné, jak je to vlastně úplně jednoduché.

Který ze svých dosavadních vědeckých výstupů hodnotíte jako nejcennější?

Já si nejvíce vážím naší vůbec první práce, jakožto skupiny fungující na PŘF UK. Byla to první studie o náhodných proteinových sekvencích, což zpočátku mnohým připadalo jako bláznivé téma. Cílem bylo zjistit, jak se chovají sekvence „neprobádané“ přírodou – to zkoumáme především proto, abychom zjistili, jak těžké je sestavit strukturovaný a případně funkční protein. Má to přesahy nejen do vzniku a evoluce života, ale právě i do syntetické biologie a umělého života. Ukázalo se, že ten potenciál je překvapivě velký a tímto tématem se zabýváme dosud. Stal se z toho takový náš trademark a díky té první práci se nám také podařilo nastartovat pěkné spolupráce a získat první větší granty.

Zajímáte se i o astrobiologii, která je ale zatím hlavně spekulativní disciplínou. V čem je podle Vás tento obor užitečný?

Máte sice pravdu, že zatím známe jen jeden život, ale ten je zato pozoruhodně rozmanitý. Jedním posláním astrobiologie je právě studium této rozmanitosti a toho, kde všude může fungovat. Další rozměr (a ten je nám výzkumně trochu bližší) je si jiný život zkusit a tak trochu mapovat, kam až může flexibilita živých systémů dosáhnout. V našem případě zkusíme například peptidy z jiných aminokyselin, než používá náš život. Můžeme tedy např. obměňovat základní biologické polymery, ale existuje ještě spousta odvážnějších přístupů. V podstatě díky astrobiologii formulujeme očekávání a strategie při hledání jiného života. Kdybychom to nedělali, tak můžeme cizí život úplně lehce přehlédnout, i když na něj někde narazíme.

Mimozemský život je jedním z hlavních námětů sci-fi literatury. Máte tenhle žánr v oblíbě? A kteří autoři jsou Vám případně nejbližší?

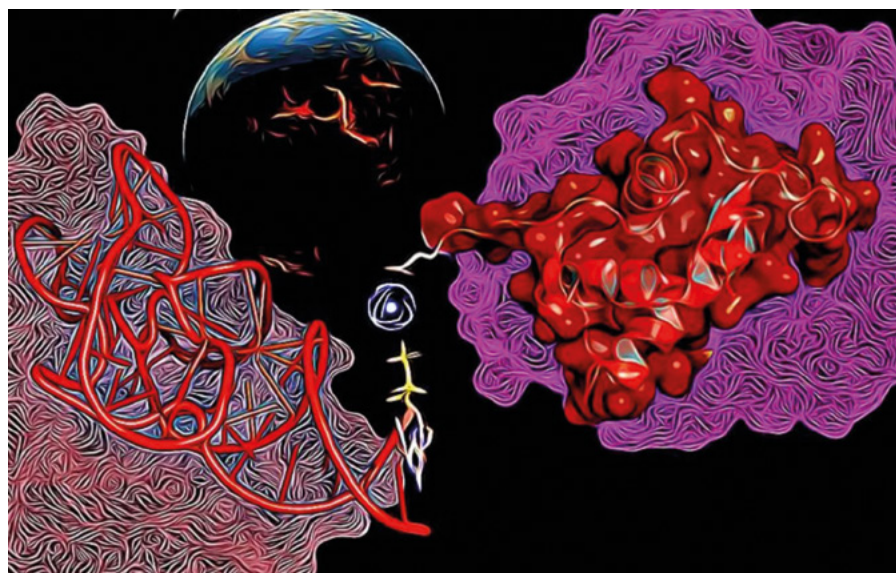
Ano, už od dětství a dost možná právě to ovlivnilo téma, kterým se zabýváme. V nedávné době mě nejvíce nadchly knihy od Orsona S. Carda.

Budování (nejen) vědecké kariéry je v současnosti velkým tématem debaty o rovných příležitostech mužů a žen. Vám se rodinný a profesní život podařilo skloubit na první pohled úspěšně. Co je podle Vás klíčem?

Máte pravdu, že si nemám moc na co stěžovat. Zřejmě to celé začíná u tolerantního vedoucího (na které mám během svého vědeckého života velké štěstí) a partnera. V materiální rovině si při svém posledním mateřství nemohu vynachválit velký datový tarif, bezdrátová sluchátka a držák telefonu na kočárku. V neposlední řadě také skvělý tým spolupracovníků, kterým nevadí, že u porady chodím někdy lesem.

Je Vaše akademická dráha (na první pohled příkladná) výsledkem pečlivého plánování nebo má v sobě i prvky nahodilosti, např. chopení se nečekané příležitosti?

Já jsem měla vždy pocit, že většina těch zásadních událostí během mého vědeckého života mě potkala dost náhodně, ale zpětně si uvědomuji, že to bylo do značné míry dané lidmi, kolem kterých jsem se vyskytovala. A to už úplně náhoda nebyla, na tom mi obecně hodně záleží. ●



Ilustrace: Valerio Guido Giacchetti

Inspirace pro výuku geografie

Zpestřete hodinu zeměpisu zajímavými aktivitami a novými didaktickými materiály

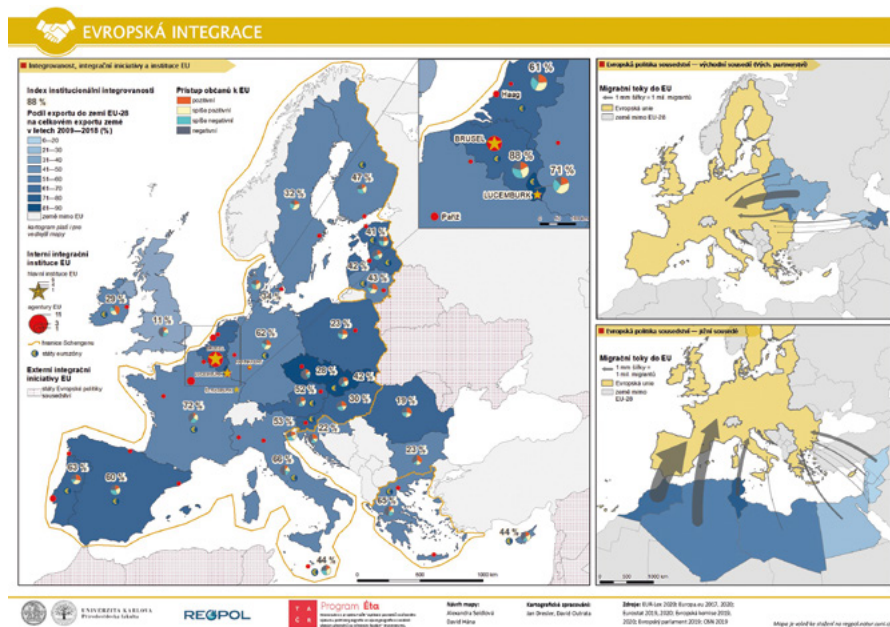
DAVID HÁNA

Obor politická geografie nabízí přehled v lokálních, národních i globálních tématech a prostorovém rozmístění jevů s jejich vzájemnou propojeností a podmíněností. Způsob její středoškolské výuky, který spojuje jednotlivá geografická témata, může studenty dovést nejen k pochopení současných politických a ekonomických procesů v globalizovaném světě, ale také k motivaci participovat na politickém dění, veřejné správě a obecním životě.

Zásadním problémem výuky politické geografie na středních školách však jsou podle samotných učitelů nedostatečné informace ze současného geografického výzkumu a chybějící didaktické materiály, které by přinášely modernější náhled na aktuální témata. Cílem právě ukončeného projektu „Aplikace poznatků současného výzkumu politické geografie ve výuce geografie a sociálněvědních předmětů na středních školách“ proto bylo alespoň částečně tento problém odstranit vytvořením výstupů, které nabízí možnosti zapojení současných politicko-geografických témat do výuky.

Výsledkem projektu je ucelený soubor materiálů pro výuku politické geografie na středních školách zahrnující certifikovanou metodiku, specializované mapy a širokou škálu různých aktivit a tipů do výuky na webových stránkách projektu, který by měl nejen podpořit výuku politické geografie, ale také propagovat studium a pozitivní obraz geografie mezi středoškolskými studenty i širokou veřejností.

Specializované mapy představují vizuálně poutavý materiál využitelný přímo ve výuce, který se po odborné stránce detailněji věnuje některému z osmi vybraných tematických okruhů politické geografie,



jimiž jsou: geopolitické problémy, evropská integrace, mezinárodní integrace, ohniska napětí a konflikty, migrace, nerovnoměrný ekonomický a sociální rozvoj, lidská práva a politické rozhodování.

Soubor výukových materiálů je doplněn o další tipy na výukové aktivity na webových stránkách www.geografienasbavi.cz/politicka-geografie, které budou i do budoucna doplňovány a aktualizovány. Webové stránky mimo to představují všechny uvedené výstupy v přehledné a interaktivní formě a pro zájemce z řad studentů přidávají také informace o studiu politické geografie na Přírodovědecké fakultě UK.

Všechny výstupy projektu jsou využitelné nejen pro středoškolské učitele geografie (a dalších sociálněvědních předmětů), ale také pro přípravu nových učitelů na univerzitách. Ti pak mohou s těmito tématy seznamovat své studenty a rozšiřovat jim povědomí o současném světě.

Projekt byl řešen na katedře sociální geografie a regionálního rozvoje Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy za podpory Technologické agentury České republiky (č. TL02000195). V ucelené formě jsou výstupy k dispozici ke stažení také na stránkách řešitelského týmu Centra pro výzkum otázek regionální a politické geografie (REGPOL; viz QR kód). ●



Program Éta



Podcast *Pod Čepicí*

Rozhovory o vědě, vědcích a příbuzných tématech

VERONIKA RUDOLFOVÁ

Nejnovějším přírůstkem mezi popularizačními aktivitami, které vzešly z Přírodovědecké fakulty UK je podcast *Pod Čepicí*, za kterým stojí skupina šesti studentů Univerzity Karlovy. Jak podcast *Pod Čepicí* vznikl a co mají jeho autoři v plánu do budoucna? Na otázky odpovědali Jakub Pokorný a Petr Kašík.

Jak a kdy vznikl nápad založit podcast?

Nápad založit podcast vznikl během léta minulého roku. V tu dobu jsme oba kromě toho, že jsme se samozřejmě pilně věnovali doktorátu, psali krátké popularizační články do časopisu Czechsight. Po několika dlouhých debatách jsme došli k názoru, že tady chybí podcast zabývající se nejen popularizací vědy, jak ji asi většina z nás vnímá, tedy srozumitelnou formou představit vědeckou problematiku, ale také ukazující, kdo vlastně ti vědci jsou a čemu se kromě bádání věnují.

Kolik času zabere příprava a tvorba jednoho dílu?

Doba přípravy jednoho dílu se liší podle pozvaného hosta. Některé rozhovory nám zaberou i několik hodin přípravy. Příkladem může být díl s Vladimírem Piskalou z České televize, ve kterém jsme se hodně bavili o covidu-19, a tudíž jsme si museli o této problematice nastudovat více detailů. U rozhovorů, jejichž téma je nám bližší, je pak příprava kratší. Takovým je například díl s vulkanologem Petrem Brožem. Tvorba podcastu je nyní závislá na našem výborném zvukaři Peterovi Mojžešovi, kterému postprodukce rozhovoru v závislosti na délce zabere asi tři hodiny. Peterovi se teď snažíme ušetřit práci tím, že hledáme vhodnější prostory, než je naprosto holá místnost na půdě.



▲ Rozhovor s Vladimírem Piskalou. Foto Adéla Šimková

Jak vybíráte hosty do podcastu?

Do podcastu si zveme přední české vědce, kteří se sami do popularizace vědy zapojují. Typicky se snažíme oslovovat lidi, kteří mohou navíc nabídnout i jiný vzhled do studia či jiných sfér vědeckých institucí. Jako příklad zde můžeme uvést docenta Josefa Stráského z MFF UK z prvního dílu našeho podcastu, který se kromě vědy a vedení studentů věnuje také práci v Radě vysokých škol a akademickém senátu fakulty.



Řeknete nám, koho uslyšíme v příštích dílech podcastu?

V nejbližší době se můžete těšit na povídání s adiktologem Tomášem Jandačem nebo třeba na rozhovor s šéfredaktorem časopisu Vesmír Ondřejem Vrtiškou.

Dále jsme nedávno spojili síly s iniciativou *Zeptej se vědce*, se kterou budeme společně vytvářet speciální sérii dílů, ve kterých budeme odpovídat na nejrůznější vědecké otázky.

Jaké jsou vaše plány do budoucna?

V nejbližší době chceme přidat sérii dílů, ve kterých se budeme snažit pomoci studentům v orientaci v takových aspektech studia, jako je například podávání grantů, vycestování v rámci ERASMU nebo zahraniční stáže. Dále chceme spustit účet na platformě herohero.co, na které nás budete moci podpořit a my vám na oplátku připravíme nějaký zajímavý obsah navíc. A taky budeme mít novou znělku, kterou nám připravuje Matyáš Hiřman. ●

Vltava – proměny historické krajiny

Výstava na Fakultě stavební ČVUT nabízí unikátní pohled na původní údolí Vltavy

Staré mapy, plány, videa, 3D modely oblastí tří největších přehradních nádrží, webová mapová aplikace, historické údolí Vltavy ve virtuální realitě, staré pohlednice a fotografie porovnávající historický stav se současností, více než padesát výstavních panelů a mnoho dalšího. Výstava „Vltava – proměny historické krajiny“ představuje unikátní pohled na vltavské údolí a jeho přetváření především v období devatenáctého a první poloviny dvacátého století. Na projektu se podíleli odborníci z katedry geomatiky a katedry hydrotechniky Fakulty stavební ČVUT a geografové z Přírodovědecké fakulty UK.

„Naším cílem je přiblížit Vltavu z různých pohledů – ať z oblasti vodohospodářství, změn krajiny, rekreace, dopravy, historie, nebo mnoha dalších. Zde na výstavě jsme vše doplnili popisem použitých metod tak, abychom návštěvníkům z řad široké veřejnosti ukázali, jak probíhá výzkum i zpracování dat. Vše je přitom popsáno přístupnou formou a návštěvník by si měl odnést především dojem velké šíře témat, která s Vltavou souvisejí,“ vysvětluje prof. Jiří Cajthaml z katedry geomatiky Fakulty stavební ČVUT v Praze, který celý projekt vede.

Výstava se věnuje i oblasti sociální geografie dané oblasti a dokumentaci zaniklých obcí. „Zaměřili jsme se zde na vzájemné působení člověka a krajiny, a to zejména na změny využití krajiny a osídlení způsobené výstavbou vltavské kaskády,“ vysvětluje cíl výzkumu RNDr. Dana Fialová, Ph.D., z týmu Přírodovědecké fakulty UK.

Návštěvníci se seznámí se staršími rukopisnými mapami, s informacemi o historických povodních sahajících až



▲ Část týmu Fakulty stavební ČVUT při přípravě výstavy. Foto archiv FS ČVUT

do středověku, ale také s hydrotechnickými stavbami ze druhé poloviny dvacátého století nebo zaniklými obcemi. Naprostým unikátem jsou 3D modely oblastí přehradních nádrží Lipno, Orlík a Slapy zobrazující reliéf krajiny tak, jak vypadal před zatopením. „Současná hladina je na nich představena průhlednou fólií a pod ní lze sledovat, jaké území bylo zasaženo vodou. Vše je doplněno diodami, které je možné rozsvěcet na základě požadavku návštěvníků na ovládacím panelu a zvýraznit tak zajímavá místa,“ vysvětluje prof. Jiří Cajthaml.

Milovníky historických map potěší výřezy různých mapových děl od nejstaršího Altmanova panoramatu z roku 1640 přes rukopisné mapy 18. století až po modernější mapová díla 20. století. Zajímá

avostí je i podlahový tisk mapy Vltavy z období těsně před výstavbou velkých přehrad. V rámci výstavy je prezentován i fenomén vorařství, který s Vltavou silně souvisí.

Výstava „Vltava – proměny historické krajiny“ je přístupná zdarma každý den od 9 do 18 hodin od 8. února do 7. dubna 2022 v atriu Fakulty stavební ČVUT, Thákurova 7, Praha 6 – Dejvice. Součástí výstavy budou i komentované prohlídky.

Projekt „Vltava – proměny historické krajiny v důsledku povodní, stavby přehrad a změn ve využití území s vazbami na kulturní a společenské aktivity v okolí řeky“, číslo DG18P020VV037 je řešen v rámci programu NAKI II Ministerstva kultury ČR a probíhá v letech 2018–2022. ●

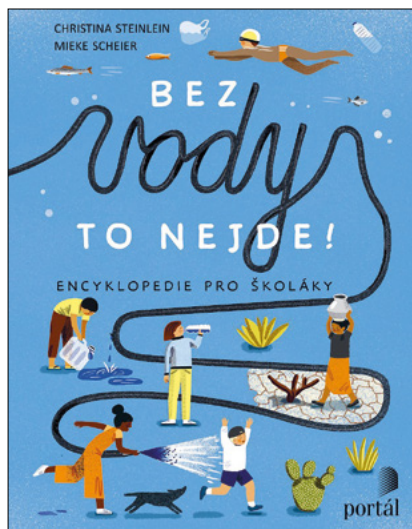
Vybrané knihy z našeho e-shopu

Publikace, které by vašim dětem neměly v knihovničce chybět



Encyklopedie pro děti mladšího školního věku, z níž se díky dobře srozumitelnému textu a ilustracím dozvědí, jaký je rozdíl mezi počasím a klimatem, proč se střídají roční období, co jsou klimatické pásy a klimatické změny, kdy byla poslední doba ledová, jak lze poznat z letokruhů, krápníků i ledovců klimatické změny, kde vznikají skleníkové plyny a jak je lze omezit, proč je důležitá výroba obnovitelné energie a jak se podílet na recyklaci. Popsán je vliv dopravy a produkce jídla na klima i to, jak kácení deštných pralesů ohrožuje celosvětové klima. Autorky nezapomněly ani na vysvětlení pojmu emise a emisní povolenky.

Autor: Kristina Scharmacher-Schreiber, Stephanie Marian
Nakladatel: Portál
Ilustrace: Michaela Weberová
Popis: 96 stran, pevná vazba
Rok vydání: 2020



Bohatě ilustrovaná encyklopedie pro děti mladšího školního věku pojímá téma vody komplexně. Jak se dostala voda na Zem? Jaké druhy vod jsou na naší planetě? Jaké má voda vlastnosti? V jakých je skupenstvích? Jak spolu souvisí voda a počasí? Jak se ve vodárnách mění voda na pitnou? Co se děje se špinavou vodou? Může být voda nebezpečná? Jak ovlivňuje člověk kvalitu vody?

Autor: Christina Steinlein, Mieke Scheier
Nakladatel: Portál
Ilustrace: Michaela Weberová
Popis: 96 stran, pevná vazba
Rok vydání: 2021



Zvědavá myška z knihy Hravouka je zpět. Tentokrát se myška vydává navštívit svoje tetičky. Cestou si píše deník, poznává nová zvířata, rostliny i souhvězdí letní oblohy. Sestrojí si větrometr i filtr na vodu, pro tetičky nasbírá bylinkovou směs do čaje a vyrobí svíčky ze včelího vosku. Zkuste to i vy a nakonec si zahrajte stolní hru vyvedenou na zadní předsádce, ve které si ověříte, jak dobře znáte přírodu!

Nakladatel: Běžiliška
Ilustrace a text: Tereza Vostradovská
Popis: pevná šitá vazba, 60 stran, pro děti od 4 do 10 let, česky
Rozměry: 23 × 30 cm
Rok vydání: 2022 (1. vydání)

Tyto a další zajímavé publikace naleznete v našem e-shopu. Stačí naskenovat QR kód.





Mineralogické muzeum
PřF UK – pohled do vitrín
s křemenem a chalcedonem.

Křemen a jeho příbuzní

Pozoruhodná variabilita tvarů a barev oxidu křemičitého

Křemen zaujme většinou hned na první pohled. Vnímáme jeho tvar a obdivujeme barvu. Mozek analyzuje, jestli je krystal dlouze, nebo krátce sloupcovitý a je zakončen nějakou špičkou, nebo jestli je vůbec vidět nějaký krystalový tvar (například u růženínu). Zda jde o nějakou barevnou odrůdu, nebo je to jen obecný křemen, či dokonce nějaká jiná forma oxidu křemičitého, jako je

také ke křemeni řazený chalcedon nebo opál. Na řadu přichází vybarvení – zda je stejnoměrné, nebo se barva mění, či se dokonce barvy střídají, jako je tomu například u hradbového ametystu. Oko také brzy zjistí, že se třeba ve větším krystalu ukrývá ještě jeden menší, který má jinou barvu (tzv. fantóm), nebo že krystal obsahuje různé uzavřeniny, lecky poskytující báječnou podívanou.

Takovým příkladem mohou být křížící se jehlicovité krystaly minerálu rutilu (odráda sagenit) uzavřené v křišťálu, tzv. Venušiny vlasy.

Nechte tedy oko spočinout na krásných fotografiích vzorků z Mineralogického muzea PřF UK od Petra Jana Juračky v naší galerii... A mozek ať si to nějak přebere. ●



▲ **Chalcedon**

Mikrokryсталický chalcedon nedokáže vytvořit žádný krystalový tvar, proto v dutinách tvoří krápníkovité, hroznovité nebo ledvinité tvary. (Výška vzorku 10 cm, Slovensko)



▲ **Obecný křemen**

Jedna z nejběžnějších podob tohoto minerálu v přírodě. (Šířka vzorku 8 cm, Dolní Bory)



▲ **Růženín**

Růžově zbarvená odrůda křemene. Na rozdíl od jiných zpravidla nevytváří krystalové tvary. (Šířka vzorku 7 cm, Dolní Bory)



▶ **Záhněda a citrín**

Krystal záhnědy přecházející v citrín, tzv. fantom. (Výška vzorku 10 cm, Kazachstán)



► **Achát brekcie**

Tektonická brekcie tvořená podrcenými úlomky achátu, znovu stmelenými do podoby brekcie. (Šířka vzorku 11 cm, Německo)



► **Hvězdový křemen**

Hvězdový křemen (hvězdovec) – unikátní forma krystalů křemene. (Šířka vzorku 16 cm, Strážník u Jilemnice)



◀ **Hradbový ametyst**

Tzv. hradbový ametyst je tvořen střídáním vrstviček fialového a bílého křemene. Klikatý průběh vyznačuje ukončení přírůstkových zón jednotlivých krystalů. (Šířka záběru 4 cm, Krušné hory)



◀ **Venušiny vlasy (sagenit)**

Jehlicovité krystaly rutilu (TiO_2) uzavřené v křišťálu. (Výška vzorku 8 cm, Švýcarsko)

▶ **Chrysopras**

Zelená průsvitná odrůda chalcedonu. (Délka žilky 11 cm, Polsko)



Týmová soutěž v oboru chemie

Víc hlav víc ví a soutěžit v týmu je větší zábava

MAGDA KŘELINOVÁ

Chemiklání je týmová soutěž v chemii zaměřená na žáky středních škol. Soutěž letos již sedmým rokem pořádá Fakulta chemicko-technologická Univerzity Pardubice spolu se studentským spolkem Alumni scientiae bohemicae. Jedním ze zakladatelů této soutěže je Jan Hrubeš, současný student Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy.

Soutěže nad rámec klasické školní výuky mohou být účinným prostředkem, jak dodat talentovaným žákům motivaci se obor dále věnovat. První chemické soutěže jednotlivců se datují již do 50. let 19. století, ty v současnosti nejznámější, jako například Chemická olympiáda, slaví v Česku již skoro 60 let existence. *Chemiklání* se však liší v jedné zásadní věci – jedná se totiž o týmovou soutěž. Takové se dosud v Česku konaly ve fyzice či matematice, ale nikoliv v chemii.

Chemiklání je tedy soutěží týmů o třech až pěti žácích, kteří musí být z jedné školy. V úlohách se snaží přinášet na chemii nový, svěží pohled. Soutěž je orientovaná zejména na aplikaci středo-

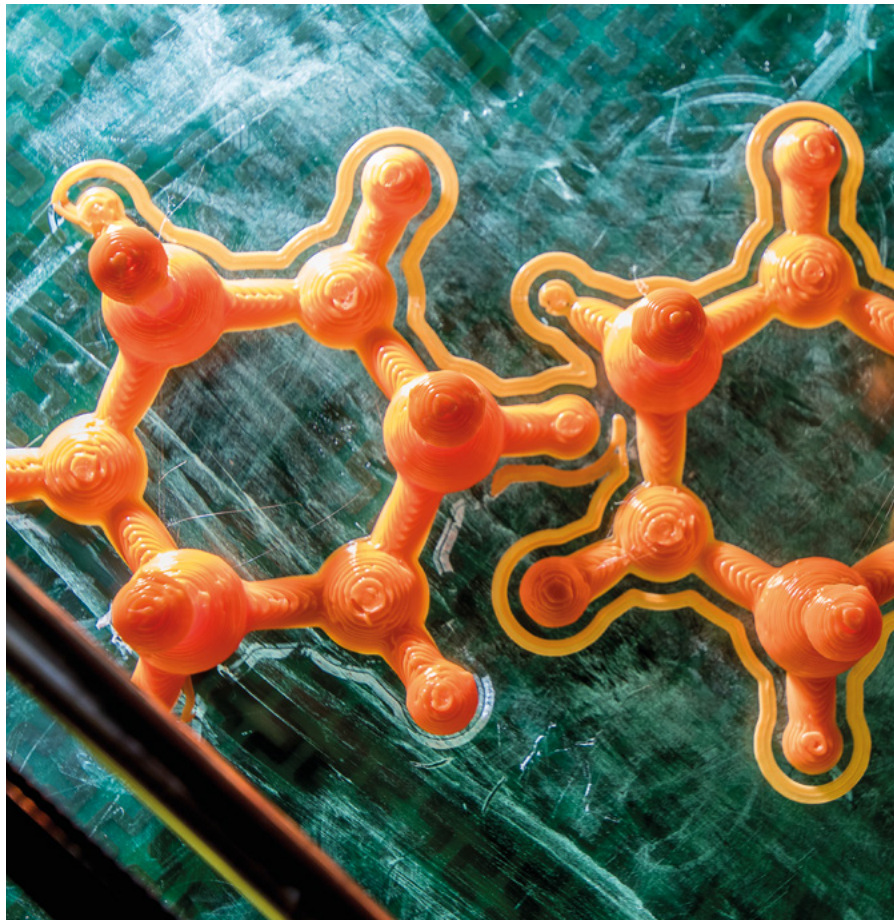


Foto Petr Jan Juráček



chemiklání

školských znalostí na reálné problémy, netestuje encyklopedické znalosti. Proto si na soutěž mohou přinést jakékoliv poznámky, knihy a další materiály, nesmí však používat žádná elektronická zařízení s výjimkou kalkulaček.

Týmy řeší v soutěži otázky ze všech oborů chemie, s postupně vzrůstající

náročností. Na začátku dostanou šest startovních úloh, za každou správnou odpověď dostanou další úlohu. Možnost řešit úlohy opakovaně po špatné odpovědi poskytuje příležitost k opravení vlastní chyby, což je z didaktického hlediska velmi důležité. Úlohy jsou obvykle zasazeny do situace z reálného světa, zadání může obsahovat doprovodný text, ale i nepotřebné údaje, kterými je třeba se při řešení prokousat. Tím se prověří schopnost čtení s porozuměním a kritické myšlení.

Stejně jako se od svého počátku v roce 2016 více než zdvojnásobil počet účastníků, musí se rozrůstat i tým organizátorů. Neustále jsou potřeba nápady na nové úlohy. Noví organizátoři a autoři úloh se často rekrutují z řad bývalých účastníků soutěže, kteří mají s úlohami zkušenosti „z druhé strany“. Soutěž se však rozrůstá nejenom v mateřské České republice, ale již v roce 2020 se současně konala také v Anglii na Univerzitě v Cambridge. Organizátoři hledají nové partnery pro expanzi do dalších zemí. ●

Na Čerchov přes křemenný val

Znamé i neznámé přírodní krásy Domažlicka

PETR SOUČEK



◀ Přírodní památka Chodovské skály.

Zdroj Wikimedia Commons, autor Lubor Ferenc – vlastní dílo, CC BY-SA 4.0

Val se nachází na samé hranici CHKO Český les, což je turisticky poněkud opomíjená oblast Česka. Z Chodova můžete pokračovat po žluté značce do Pece a odtud vystoupat na Čerchov, nejvyšší horu Českého lesa (1042 m n. m.). Ten je tvořen břidličnatou rulou a leží v místě největšího výzdvihu strukturního hřbetu. Na svazích jsou četné skalní výchozy, balvany a sutě.

Kurzova věž na vrcholku nabízí krásné výhledy zejména do blízkého Bavorska. Za dobré viditelnosti lze zahlédnout i štít Alp. Na Čerchově se můžete osvěžit v hostinci a poté vyrazit na jihovýchod pod modré přes národní přírodní památku Čerchovské hvozdy do České Kubice. Jedná se o lokalitu přirozených horských a podhorských smíšených bučin. Z důvodů uzavřenosti prostoru hraničním pásmem a obtížným podmínkám pro lesní těžbu na ploše současné rezervace došlo k minimálnímu narušení tohoto území člověkem. V rezervaci se vyskytuje celá řada běžných i méně běžných druhů živočichů. Za zmínku určitě stojí populace ryso ostrovida.

Zdatnější chodci mohou pokračovat v opačném, severozápadním směru a absolvovat příjemnou 14 km dlouhou hřebenovku končící na zřícenině hradu Starý Herštejn. Z Českého lesa lze v podstatě kdekoliv během cesty sestoupit do údolí a k další cestě využít souběžně vedoucí železniční trať. ●

Pro čtenáře Starých pověstí českých představuje Chodsko hlavně symbol vzpoury proti feudálnímu útlaku – svobodní Chodové, hrdinný Kozina, krutý hrabě Lamingen z Albenreuthu řečený Lomikar. Nicméně příhraniční okolí Domažlic toho nabízí mnohem víc a rozhodně stojí za to se sem vypravit na výlet.

Z domažlického náměstí doporučujeme vyrazit po červené značce směrem na západ do obce Trhanov. Právě zdejší zámek byl na konci 17. století sídlem Lomikara. Během cesty minete na vrchu Hrádek pomník Jana Sladkého Koziny. V těsném sousedství Trhanova se nachází obec Chodov, v jejímž katastru

se vyskytuje pozoruhodná přírodní památka – v délce 1,5 km zde nad povrchem vystupuje křemenná žíla, která má podobu tzv. křemenného valu. Výška valu nad okolním terénem činí až 14 metrů.

V roce 2009 zde byla vyhlášena přírodní památka Chodovské skály s rozlohou 3,64 hektaru. Předtím zde po staletí probíhala těžba křemene, vzhledem k znečištění oxidy železa však kámen nebyl vhodný pro sklářskou výrobu a využíván byl zejména k výstavbě cest. Útvar je součástí Českého křemenného valu, což je více než 100 km dlouhá zóna tektonických poruch, táhnoucí se směrem na severozápad od České Kubice až k Mariánským Lázním.

Chemikova zahrádka

Možná vás to překvapí, ale je to tak – i chemici si umí vypěstovat vlastní zahrádku

JAKUB REŽŇÁK

Co budete potřebovat

- vodní sklo
- modrou nebo zelenou skalici
- odměrku
- skleněné nebo plastové nádoby
- větší kádinku nebo sklenici
- ochranné pomůcky (brýle, rukavice, plášť)

Bezpečnost práce

Než začneme pěstovat zahrádku, je potřeba si něco povědět o bezpečnosti práce s výše uvedenými chemikáliemi.

Vodní sklo je vodný roztok křemičitanu sodného, modrá skalice je pentahydrát síranu měďnatého a zelená skalice je heptahydrát síranu železnatého.

Všechny tři látky jsou dráždivé pro kůži a mohou způsobovat vážné poškození očí. Při práci tedy používejte ochranné brýle, rukavice a chemický plášť, nebo triko s dlouhým rukávem. Jak modrá, tak i zelená skalice jsou nebezpečné při požití, žádnou z chemikálií tedy neochutnávejte!

Postup

Nejdřív připravte živný roztok pro vaši zahrádku. Ten získáte naředěním vodního skla v poměru jeden díl vodního skla na dva díly vody. Živný roztok nalejte do skleničky nebo kelímku a přisypejte na dno trochu modré nebo zelené skalice. Vaše zahrádka začne růst téměř okamžitě, větší vlákna ale uvidíte asi až po hodině.

Pozorování

Během prvních pár minut můžete sledovat vznik drobných vláken na povrchu krystalů. Vlákna postupně začnou růst a zvětšuje se jak jejich



Foto Petr Jan Juráček

tloušťka, tak délka. Vlákna rostou směrem k hladině.

Proč zahrádka roste?

Síran měďnatý i síran železnatý jsou rozpustné ve vodě, takže krystaly skalice se začnou rozpouštět v živném roztoku. Jakmile se měďnaté a železnaté kationy dostanou ke křemičitanovým anionům, začnou vznikat nerozpustné křemičitany (železnatý a měďnatý), které nejdříve obalí povrch krystalů. Tento obal potom na některých místech vlivem rozdílného osmotického tlaku popraská. V místě těchto prasklin začnou růst dutá vlákna.

Roztok uvnitř vláken obsahuje rozpuštěné sírany, a kationy kovů putují vláknou do živného roztoku. Ihned po kontaktu těchto kationů se živným roztokem

dochází ke vzniku nerozpustných křemičitanů, které se usazují na konci vláken a tím je dále prodlužují. Růst vláken směrem k hladině je způsoben hydrostatickým tlakem. Směrem k hladině hydrostatický tlak klesá. Kationy kovů putují vždy směrem od vyššího tlaku k nižšímu, roli zde hrají jak tlak osmotický, tak hydrostatický.

Jak vylepšit vaši zahrádku?

Pokud bychom chtěli přidat další barvy do naší zahrádky, můžeme použít rozpustné soli i jiných kovů, např. síran (nebo chlorid) nikelnatý, manganatý či zinečnatý nebo dusičnan olovnatý. Nikelnaté soli vytváří zelená, manganaté soli růžová a zinečnaté či olovnaté soli bílá vlákna. Tyto soli se ale hůř shání a jsou nebezpečnější pro práci – některé z nich výrazně toxičtější. ●

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.



14. – 20. BŘEZNA 2022 TÝDEN MOZKU

Týden mozku je festival nejnovějších objevů a trendů ve výzkumu mozku a neurovědách, který je součástí Brain Awareness Week (BAW) – celosvětové kampaně na zvýšení povědomí veřejnosti o úspěších a přínosech výzkumu mozku. Tradici Týdne mozku v České republice inicioval a založil český neurovědec profesor Josef Syka v roce 1998. I letos budou všechny přednášky online. Program bude zveřejněn 1. března na stránkách tydenmozku.cz. Přírodovědeckou fakultu UK bude zastupovat tým. Nezapomeňme na Alzheimerera.

Čas a místo: od pondělí 14. 3. do neděle 20. 3. na facebook.com/tydenmozku/



29. DUBNA – 2. KVĚTNA 2022 CITY NATURE CHALLENGE

CNC je projekt, ve kterém se spojí pozorovatelé přírody z měst z celého světa. Hlavním cílem je ukázat, že navzdory obecně přijímaným názorům je příroda ve městech opravdu bohatá.

Pojďte do toho i Vy a zjistěte, jak bohatá a unikátní je pražská příroda! Stáhněte si aplikaci iNaturalist na váš mobilní telefon a potom jen stačí ve vybraných dnech pomocí ní fotografovat přírodu na území Prahy. Fotografie můžete pořizovat u Vás na zahradě, v oblíbeném parku nebo třeba na autobusové zastávce. Děkujeme všem, že se chováte při pozorování přírody ohleduplně, zodpovědně a dodržujete pravidla v chráněných územích. Více informací najdete na citynaturechallenge.cz.

Čas a místo: od pátku 29. 4. do pondělí 2. 5.

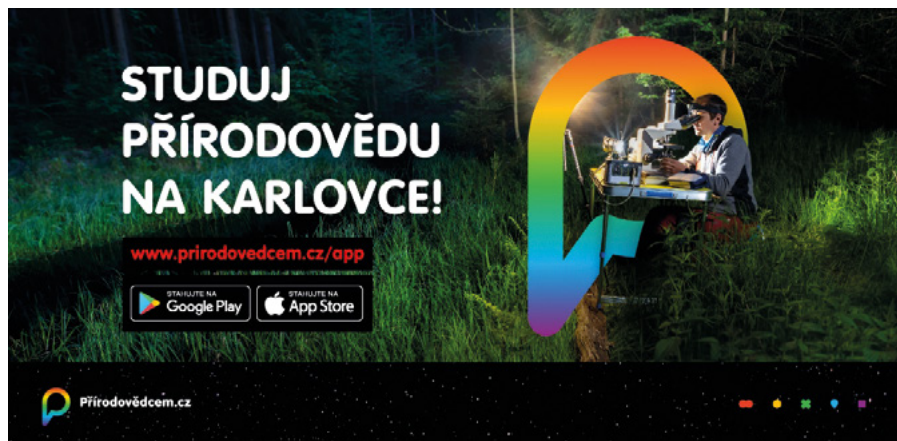


2. – 4. ČERVNA 2022 VELETRH VĚDY

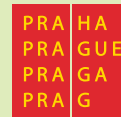
Největší populárně naučná akce v České republice, kterou každoročně od roku 2015 pořádá Akademie věd ČR. Zabývá se vědou ve všech jejích podobách a nabízí svým návštěvníkům to nejzajímavější ze světa přírodních, technických, humanitních i společenských oborů. Představuje vědu a výzkum jako fascinující a zásadní odvětví lidské činnosti. Vědu pak návštěvníci veletrhu zažijí na vlastní kůži prostřednictvím interaktivních exponátů, modelů, mobilních laboratoří a praktických dílen. Určitě si nenechte ujít stánek Přírodovědecké fakulty UK.

Čas a místo: od čtvrtku 2. 6. do soboty 4. 6. 10:00–18:00, Výstaviště Praha-Letňany

Kompletní seznam aktuálních akcí Přírodovědců najdete na www.prirodovedci.cz/kalendar-akci.

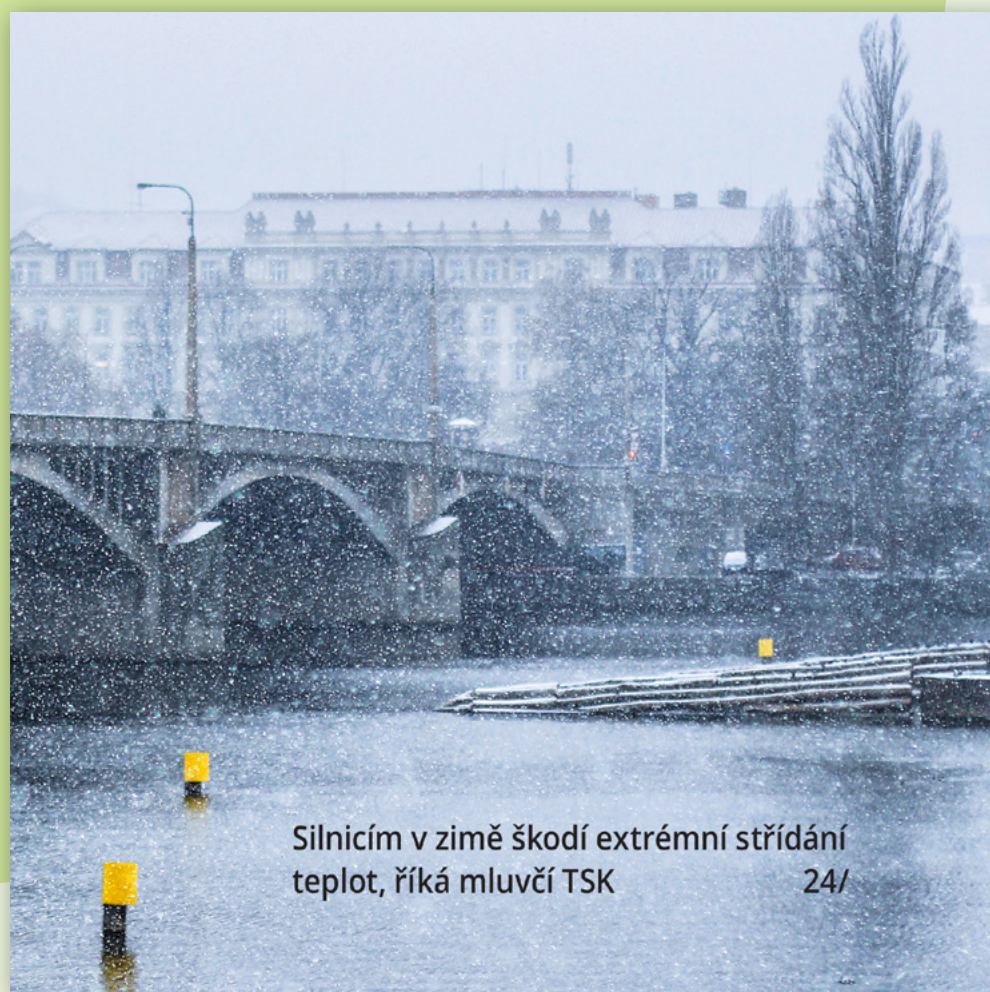


PRAŽSKÁ EVVOLUCE



Pražská EVVOLuce je elektronický čtvrtletník zaměřený na téma ekovýchovy v Praze.

Každé číslo obsahuje rozhovor, tipy na výlety do přírody nebo informace o zajímavých projektech a akcích.



Silnicím v zimě škodí extrémní střídání teplot, říká mluvčí TSK 24/

4 / 2021

PRAŽSKÁ EVVOLUCE

magazín o ekovýchově v Praze



Přihlaste se k odběru na www.prazskaevvoluce.cz