

Vážení čtenáři!

Třetí číslo 23. ročníku tohoto časopisu jsme dokončovali začátkem dubna.

Teploty zprvu ještě poklesly a hory dokonce pokryl sníh, silný vítr lámal větve, kácel stromy a komplikoval dopravu. Vody bylo v půdě, v řekách i ve vodních nádržích málo.

Jaké nás čeká pozdní jaro a léto v přírodě i ve světě kolem nás? Může to být námětem článků pro další čísla časopisu.



V zahradách již kvetou ovocné stromy, v parcích nebo u cest jírovce.

Čtvrté číslo časopisu připravujeme k začátku školního roku 2014–2015.

Zatím jsou v recenzích tyto články:

- * Dogmata v chemii bílkovin podruhé
- * Třicet let od objevu viru HIV
- * Nová publikace o mineralogickém symbolu Čech
- * O dvanáctém ročníku EUSO 2014

Opět připomínáme, abyste si pročetli informace na 2. straně obálky časopisu.

Ke svému příspěvku připojte v angličtině jeho název a stručně (několika větami) jeho obsah.

Děkujeme za spolupráci a přejeme odpočinkové prázdniny!



*Kterou významnou stavbu zachycuje obrázek?
Odpověď najdete v příštím čísle.*

BIOLOGIE

INVAZNÍ RYBY, OBOJŽIVELNÍCI A PLAZI

Z uvedených tříd obratlovců jsou v naší i světové přírodě druhově nejpočetnější ryby. Zřejmě proto jsou pro naše území z hlediska invazivity nejvýznamnější právě některé rybí druhy. Připomeňme si, že složení naší ichtyofauny bylo ovlivněno změnami, který způsobil člověk úpravami říčních toků, znečišťováním povrchových vod a patrně i nadměrným rybolovem. Řada rybích druhů byla do středoevropských vod postupně zavedena člověkem – rybářem. Motivace k šíření nepůvodních druhů se u hospodařících rybářů navíc lišila od rybářů sportovních.

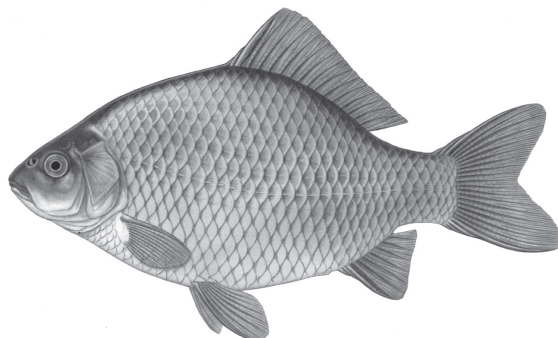
RYBY

Mezi nepůvodní druhy patří například kapr obecný, ostroretka stěhovavá nebo hlavátka podunajská (v labském povodí), úhoř říční (v dunajském povodí), okounek pstruhový nebo pstruh duhový (původně americké druhy).

Jako příklad vysloveně invazivně se projevujících populací je ovšem možné uvést pro naši faunu dva relativně nové druhy. Z nich významnější je zřejmě karas stříbřitý (*Carassius gibelio*).

Karas stříbřitý

Taxonomické postavení tohoto druhu včetně vědeckého názvu není ještě zcela jasné, ale to není obsahem tohoto článku. Pochází z regionu východní Asie, z oblasti Koreje, Tchaj-wanu a Japonska po povodí Amuru.



Karas stříbřitý

Původ naší populace je v dunajském povodí. Evropská populace vznikla z dovozu do Maďarska v roce 1954, odkud se rozšířila formou populační exploze do celého povodí Dunaje. Na území ČR pronikl tento druh říční cestou v roce 1976. Kromě toho byl rozvážen ze Slovenska do Čech a Moravy s plůdkem jiných ryb, v nových lokalitách se namnožil a dále přirozeně šířil. V povodí Labe byl karas stříbřitý poprvé doložen roku 1980. V současnosti je již běžný po celém území ČR, a to jak ve stojatých, tak i v tekoucích vodách.

Neobyčejně pozoruhodný je způsob jeho rozmnožování, tzv. *gynogenese*. V našich populacích převažují samice, které k rozmnožování nepotřebují samce vlastního druhu. Jsou totiž schopny se vytírat se samci jiných kaprovitých ryb, přičemž nedochází ke křížení, ale spermie jen aktivuje vývoj jikry, z které se líhne plůdek a postupně se vyvíjí opět v samici karase. Početné silné populace karase stříbřitého vytvářejí intenzivní potravní a prostorovou kompetici s ostatními rybími druhy. Přemnožené populace v rybnících vzápětí vedou ke snížení produkce kapra. Jak bylo zmíněno, jde i o tzv. *sexuálního parazita*, který snižuje reprodukční úspěšnost parazitovaných druhů.

Karas stříbřitý se stal také poměrně významným objektem sportovního rybolovu (dorůstá do hmotnosti několika kilogramů). Při konzumaci se vyznačuje nasládlým masem, při přípravě pro kuchyňské zpracování je nápadná tmavá břišní výstelka. Je užíván také jako velmi odolná nástražní rybka. V každém případě je nezbytné zabráňovat jeho dalšímu šíření do nových lokalit a tlumit jeho populace prisazováním dravých ryb či cílenými odlovy sítěmi. Pozornost je nutno věnovat i pečlivějšímu třídění násad ryb, které se při nepozornosti mohou stávat dalším zdrojem jeho šíření.

Střevlička východní

Druhou rybou charakterizovatelnou jako dynamicky invazní je v českých podmínkách **střevlička východní** (*Pseudorasbora parva*), pocházející též z východní Asie. Původně žila v oblasti od jižní Číny po povodí Amuru,



Střevlička východní

Tchaj-wan a Japonsko. Dorůstá velikosti až 8 cm. Do Evropy byla neúmyslně zavlečena s hospodářskými východoasijskými kaprovitými rybami. První její import byl potvrzen do Rumunska v letech 1961–1962, odkud se samostatně šířila povodím Dunaje, ale výrazně k tomu přispěly i převozy nedostatečně vytríděného plůdku.

V ČR byla poprvé potvrzena na Jindřichohradecku na počátku 80. let minulého století. Nyní již obývá veškeré vodní biotopy, nejhojnější je v rybnících a jejich spojovacích soustavách, tůních a slepých ramenech. Vyskytuje se dnes prakticky po celém našem území, mnohde (zejména v rybnících) ve velmi vysoké početnosti. Je potravním konkurentem pro další planktonofágní a bentofágní ryby – její přítomnost snižuje početnost dalších kaprovitých ryb. Její predací tlak je doložen na vodní plži odpovídající její velikosti (některé druhy vodních měkkýšů patří mezi ohrožené druhy). Dalším jejím negativním dopadem je fakultativní parazitismus, spočívající v napadání jiných ryb, kterým je poškozován epitel i hlubší vrstvy kůže. Takto postižené ryby jsou pak oslabeny a zaplísňují.

Používá se běžně jako nástražní rybka a lze ji považovat za zajímavého akvarijního chovance. Samci totiž po vytření hlídají snůšku jiker až do jejich líhnutí. Je nutné usilovat o redukci střevličky v přírodních lokalitách vysazováním dravých ryb (candát a okoun) a pečlivě třídit násady ryb určené k vysazování. Pokud se masově objeví v rybnících, připadá v úvahu pouze jedno řešení, a to dlouhodobé vypuštění, v rybářské terminologii zvané letnění, případně vyzimování, což podle zkušenosti může její výskyt v dané lokalitě alespoň na čas eliminovat.

OBOJŽIVELNÍCI

Obojživelníci se u nás neprojevují jako skupina s invazními sklony. Náhodně se k nám občas dostávají některé exotické žáby v zásilkách banánů z tropů Afriky a Ameriky, které ale kvůli klimatickým nárokům nemají šanci přežít ve volné přírodě. Pokusy o aklimatizaci či farmový chov severoamerického **skokana volského** (*Lithobates catesbeianus*), který patří mezi největší žáby světa, vedly k jeho etablování v klimaticky odpovídajících oblastech Evropy. Největší populace dnes žije v Itálii, v okolí měst Pavie a Mantovy. Tento druh byl rozvezen do mnoha jiných států světa a předpokládá se, že se výrazně podílí na šíření patogenní houby, která způsobuje smrtelné plísňové onemocnění dalších druhů obojživelníků.

Z celosvětového hlediska lze považovat za klasický invazní druh **ropuchu obrovskou** (*Bufo marinus*), která pochází ze Střední a Jižní Ameriky. Příklad její nekontrolovatelné invaze po australském kontinentu byl již v tomto časopisu popsán (č. 5, 2013).

PLAZI

Z plazů stojí za zmínku **želva nádherná** (*Trachemys scripta*), pocházející z USA a přilehlé oblasti severovýchodního Mexika. V domácích chovech se u nás začala objevovat v 50. letech minulého století, první úniky do přírody byly zaznamenány v 60. letech. Její početnost ve volnosti zvýšily také různé povodně, zejména v letech 1997 a 2002, kdy uniklo mnoho exemplářů chovaných v zahradních bazénech. Na některých místech se u nás ve volné přírodě objevuje trvale a dlouhodobě (např. v Polabí), na některých lokalitách jsou odhadovány její kvazipopulace na několik desítek exemplářů. Preferuje stojaté a pomalu tekoucí vody s měkkým dnem, slepá a mrtvá říční ramena, zatopené pískovny, lomy a tišiny řek. Je schopná přezimovat a je tolerantní i k velkým mrazům. Zatím ji lze řadit u nás mezi aklimatizované, ale dosud ne naturalizované druhy (úspěšné rozmnožování nebylo prozatím spolehlivě potvrzeno). Přezívá díky odolnosti a dlouhověkosti a její počty v přírodě jsou doplňovány úniky z chovů nebo i záměrným vypouštěním člověkem.

V současnosti se předpokládá v naší přírodě výskyt několika stovek jedinců. Svou přítomností může konkurovat želvě bahenní. Také může být přenašečem bakterií, kokcií a dalších parazitů. Od konce 90. let se tento druh po mnoha introdukcích po celém světě stal významným invazním druhem z globálního hlediska a je řazený mezi sto nejvýznamnějších živočišných vetřelců.

Na závěr uvádíme ještě jeden varovný příklad ze světa. Jedná se o užovkovitého hada **bojgu hnědou** (*Boiga irregularis*), jejíž původní domovinou je Austrálie a Indonésie. Její šíření na tichooceánském ostrově Guam, které začalo v polovině minulého století a bylo tak masivní, že je tento případ považován za jednu z nejagresivnějších zaznamenaných živočišných invazí vůbec. K transportu zřejmě došlo lodní cestou, a to v přepravních kontejnerech. V důsledku brzy dosažené extrémně vysoké početnosti (několik set jedinců na hektar) a nedostatku potravy způsobila bojga mimo jiné vyhubení 10 z 12 původně přítomných ptačích druhů. Na záchranu endemitního chřástala guamského byl proto realizován speciální záchranný program na ostrově Rota v Marianách. Had ohrožuje místní obyvatelstvo také občasným uškutím. Velmi často jsou bojgy příčinou výpadků elektrického proudu zkratováním elektrického vedení, neboť šplhají na elektrické stožáry nebo ve snaze se ukrýt dokonce vnikají do domovních transformátorů.

Panika, kterou způsobil před nedávnem (v únoru 2014) výskyt nového, prozatím ne zcela jednoznačně určeného druhu hada na Galapágách, s popisovanou kalamitou způsobenou bojgou hnědou samozřejmě souvisí,

a reakce je to zcela logická. Je ale nutné připomenout, že analýzu rizika daleko spolehlivěji vykonávají biologové než žurnalisti. Zde bude prozatím nutné na výsledky počkat.

Středoevropanům nezbyvá než vážit si toho, že invazní výskyty se u nás omezují na zástupce ryb, neboť před dynamickými invazemi obojživelníků a plazů náš region chrání kromě legislativy také mnohem účinněji chladné klima. Překvapení sice nejsou vyloučená, ale nejsou příliš pravděpodobná.

L i t e r a t u r a

HANEL, L., ANDRESKA, J. Živočišní vetřelci v Austrálii. *Biologie–Chemie–Zeměpis*, 2013, roč. 22, č. 5, s. 211–214.

MLÍKOVSKÝ, J., STÝBLO, P. [eds.]. Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. Praha: ČSOP, 2006.

*Prof. RNDr. Lubomír Hanel, CSc., Ing. Jan Andreska, Ph.D.
(kresby Lenky Výbiralové)*

Invasive alien fishes, amphibians and reptiles

Several water alien and invasive invertebrate species are presented in this article. The mollusc veined rapa whelk and the red king crab are notable examples of global invasive species. Following alien and invasive water invertebrates spreading into the territory of the Czech Republic are presented in the article, together with short characteristics: magnificent bryozoan, zebra mussel, spiny-cheek crayfish, signal crayfish, Chinese mitten crab, Chinese pond mussel and freshwater jellyfish.

MODELOVÁNÍ VE VÝUCE BIOLOGIE (2) (aneb jak žákům přiblížit některé biologické jevy)

Úvodem

V předchozím díle, uveřejněném ve 2. čísle letošního ročníku časopisu, jsme se zaměřili na možnosti využití žakovských modelů ve výuce virologie. V dnešním pokračování bychom čtenářům rádi přiblížili práci s žakovskými modely při výuce dalších biologických témat: znázornění vnitřního povrchu orgánů na příkladu tenkého střeva, ontogenetického vývinu živočichů a mitotického a meiotického dělení buněčného jádra.

Model vnitřního povrchu střeva

Pro žáky může být obtížné představit si, k jakému zvětšení povrchu dojde přítomností například kořenového vlášení, plicních sklípků nebo klků ve střevě. Zvětšený povrch je zásadní i pro funkci dalších orgánů, např. ledvin (Westrich a Berg, 2011).



Obr. 1 Model klků vnitřního povrchu tenkého střeva vymodelovaný z prstů jednorázových vyšetřovacích rukavic
(zvětšení povrchu cca 300x. Foto V. Janštová)

Cíle. Žák vyrobí model vnitřního povrchu tenkého střeva, spočítá, o kolik a kolikrát se liší povrch plochy bez klků a s klky; vysvětlí funkci klků, vyjmenuje další orgány živočišného a rostlinného těla, u kterých je nutné ke správné funkci zvětšit povrch. Podle trvalého mikroskopického preparátu (pokud je k dispozici) zakreslí řez tenkým střevem.

Materiál pro jednoho žáka: čtvrtka nebo karton velikosti 10 x 10 cm, výběr z různých materiálů, ze kterých mohou žáci klky vymodelovat: jednorázové vyšetřovací rukavice, resp. ustříhané prsty z nich, provázek, papíry, lepidlo, sešívačka, modelovací hmota, vata apod. U mladších žáků doporučíme pouze jeden druh materiálu, např. jednorázové vyšetřovací rukavice.

Motivační otázky. Jak dlouhé je tenké střevo člověka? Jaký má průměr? Jaký by tomu odpovídal povrch? Jaký povrch má ve skutečnosti? Jaká je funkce tenkého střeva? Co by se stalo, kdyby nám správně nefungovalo?

Postup. Nejprve se žáky zopakujeme, jak vypadá vnitřní povrch tenkého střeva člověka, popřípadě si prohlédnou a zakreslí řez tenkým střevem podle trvalého mikroskopického preparátu. Žáky upozorníme, že jejich výstupem budou kromě vlastního modelu i spočítané hodnoty povrchu tenkého střeva bez klků a s klky. Z daných materiálů pak vytvoří model



Obr. 2 Model klků vnitřního povrchu tenkého střeva vymodelovaný z papíru
(zvětšení povrchu cca 300x. Foto V. Janštová)

vnitřního povrchu střeva (viz např. obr. 1 a obr. 2), spočítají povrch jednoho klku a ten vynásobí počtem klků svého modelu. (Například u prstů z rukavic jeden rozstříhnou, spočítají přibližný povrch obdélníku s povoleným zaokrouhlením.)

Hodnocení a závěr. Žáci jednotlivě předvedou své modely spolužákům a porovnají své výpočty. Spočítají hypotetický povrch tenkého střeva člověka bez klků (délka cca 6 m, průměr cca 3 cm, povrch cca 5,7 m²) a porovnají ho se skutečným povrchem (až 300 m²). *Kolikrát je povrch střeva zvětšený? Kolikrát zvětšily klky povrch na žákovských modelech?*

Ontogeneze živočichů

Ontogeneze živočichů patří mezi děje, které málokdo z nás spatřil, a přesto o nich ve škole učíme a znalost tohoto procesu od žáků vyžadujeme. Ke snazšímu pochopení může přispět i tvorba modelu počátečních stádií ontogeneze.

Cíle. Žák vymodeluje vajíčko, spermii, zygotu, morulu, blastulu a gastrulu ježovky (úplné rýhování) a popíše proces jejich vzniku a přeměny. Určí vybraná stadia vymodelovaná spolužáky a seřadí je podle stadia vývinu.

Materiál: modelovací hmota (plastelína), podložka, tupý nůž

Motivační otázky. *Jak jsme vznikli? Kolik buněk tvořilo naše „tělo“ na úplném začátku? Co se dělo dál? Jak buňka „pozná“, jak se má chovat a kam do organismu patří? Jak se obsahem žloutku liší lidské a ptačí vajíčko?*



Obr. 3 Model metafázního dvouchromatidového chromozomu vyrobený z páru ponožek, tzv. ponožkozom (Foto M. Jáč)

Postup. Každý žák nejdříve z jednoho kusu modelovací hmoty vytvoří po sobě následující stadia – vajíčko, spermii, zygotu, která se dělí za vzniku blastomer – ty tvoří morulu. Dále se formuje dutá blastula (můžeme vymodelovat dvě poloviny, abychom zviditelnili dutinu). Vchlípením vytvoříme gastrulu (opět můžeme pracovat se dvěma polovinami) a popřípadě neurulu (Chowning et al., 2008). Upozorníme žáky na to, že model vystihuje dělení v počátečních stadiích i tím, že se zvětšuje počet buněk, ale ne celkový objem budoucího jedince.

Žáky můžeme rozdělit do skupin po 6 až 8 a nechat je vylosovat si jednotlivá stadia, která znázorní. Celá skupina pak vytvoří vývojovou řadu navazujících stadií, kterou můžeme i vystavit. Je možné zařadit i jiné typy rýhování, například neúplné rýhování u ptáků nebo povrchové rýhování hmyzu.

Hodnocení a závěr. Vybraní žáci stručně popíší svým spolužákům vývojovou řadu ježovky (úplné rýhování). Upozorníme na to, že u různých skupin živočichů probíhá rýhování různě.

Mitóza a meióza

Mezi obsahově náročná témata ve výuce buněčné biologie a genetiky patří bezesporu rozmnožování buněk, zejména pak popis průběhu jaderného dělení – mitózy a meiózy. Jedná se o téma, které je pro žáky abstraktní a poměrně náročné na představivost, protože průběh těchto dějů není možné ve škole běžně pozorovat. Pro přiblížení těchto procesů můžeme použít modely chromozomů vytvořené z ponožek (tzv. „ponožkozomy“) a průběh mitózy a meiózy ve třídě demonstrovat (Poethig a Waldron, 2003).

Cíle. Žák vytvoří jednoduchý model metafázního dvouchromatidového chromozomu a popíše jeho části. S využitím modelů chromozomů žáci ve skupině znázorní průběh mitotického a meiotického dělení buněčného jádra. Na základě realizované simulace jaderného dělení žáci vysvětlí hlavní rozdíly mezi mitózou a meiózou.

Materiál: pár ponožek stejné barvy (každý žák vyrobí jeden ponožkozom), pásky papíru ze skartovačky (nebo staré noviny, vata, seno, sláma, cokoliv, co můžeme použít jako náplň do ponožek), zavírací špendlík, popřípadě barevná lepicí páska

Motivační otázky. *Jak vznikají nové buňky (nejen) v lidském těle? Vznikají pohlavní buňky stejným způsobem jako buňky tělní? Čím je (při pohlavním rozmnožování) dáno, že se potomci svým rodičům podobají, ale nejsou stejní? Mají všechny lidské buňky stejný počet chromozomů (porovnejte např. vajíčko, červenou krvinku a jaterní buňku)?*

Postup. Nejprve žáci vytvoří model chromozomu, kterému můžeme pracovně říkat ponožkozom (viz obr. 3). Pár ponožek naplní starými novinami, pásky papíru ze skartovačky nebo jiným podobným materiálem a obě takto vycpané ponožky, které představují jednotlivé chromatidy, spojí v místě centromery zavíracím špendlíkem. Konce ponožek mohou oblépit barevnou lepicí páskou, která bude znázorňovat *telomery* (pro pochopení průběhu jaderného dělení však tento krok není nutný). Výrobu ponožkozomu můžeme žákům zadat za domácí úkol, přičemž je vhodné, aby se vzájemně domluvili ve dvojicích a vyrobili pár homologických chromozomů (tj. použijí ponožky přibližně stejné velikosti a podobné barvy – např. světle a tmavě modré ponožky). Ve vyučovací hodině žáci pracují ve skupinách po čtyřech až osmi. Každá skupina představuje buněčné jádro, ve kterém jsou podle velikosti skupiny 2 až 4 páry homologických chromozomů (každý žák vyrobil jeden model chromozomu). Následně žáci simulují na školní lavici (obvykle je vhodné spojit 2 až 3 lavice dohromady) průběh mitózy a meiózy a porovnávají výsledek obou typů jaderného dělení.

Kromě simulace průběhu jaderného dělení můžeme ponožkozomy s úspěchem použít pro demonstraci typů chromozomů podle umístění centromery (stačí změnit polohu zavíracího špendlíku, popřípadě použít např. běžné ponožky a podkolenky) nebo barvicí techniky G-pruhování pro rozlišení chromozomů (stačí použít ponožky s různým vzorem pruhování – viz též obr. 3).

Hodnocení a závěr. Žáci na základě simulace průběhu mitózy a meiózy vysvětlí hlavní rozdíly mezi oběma typy jaderného dělení a porovnají počty chromozomů, chromatid a ploiditu mateřské a dceřiných buněk.

Závěrem

Jednou z významných didaktických zásad ve výuce, kterou dlouhodobě zdůrazňuje celá řada pedagogů, je zásada názornosti. V rámci biologického vzdělávání na všech typech škol nabývá tato zásada na důležitosti mimo jiné v souvislosti s velkým nárůstem učiva buněčné a molekulární biologie a genetiky. Proto jsme se v tomto příspěvku pokusili nastínit několik výukových aktivit, které je možné využít pro přiblížení vybraných biologických jevů či procesů žákům. Ačkoliv byly popisované aktivity vyzkoušeny ve výuce biologie na gymnáziu, uvítáme vaše ohlasy a komentáře k možností jejich využití v běžné výuce biologie.

RNDr. Vanda Janštová, katedra biologie a environmentálních studií, Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze

RNDr. Martin Jáč, Ph.D., katedra biologie, Pedagogická fakulta Univerzity Palackého v Olomouci

Příspěvek vznikl díky podpoře GAUK 452313.

Použitá literatura

CHOWNING, J., T., GRISWOLD, J., MATHWIG, J., MASSEY, D. *Modeling Early Embryology & Stem Cell Concepts*, American Biology Teacher, roč. 70, č. 2, s. 77–78, 2008.

KALHOUS, Z., OBST, O., a kol. *Školní didaktika*. 1. vyd. Praha: Portál, 2002.

POETHIG, S., WALDRON, I. *Mitosis, Meiosis and Genetics*. [online] [cit. 2014-02-14]. Dostupný z WWW: < <http://betterlesson.com/document/9010/sockosomes> >.

WESTRICH, K., BERG, C. *Villi, Villi Everywhere: Biological Structures, Surface Area, & Proportional Thinking*, American Biology Teacher, roč. 73, č. 3, s. 156–161, 2011.

Modelling in biology teaching (2)

(how to introduce selected biological phenomena to pupils)

This article is focused on use of simple and low cost models in biology teaching. Namely, we describe instructions for preparation and use of models representing the inner surface of human small intestine and animal ontogenesis. Moreover, we describe how to use simple chromosome models, so called „sockosomes”, for comprehensible demonstration of mitosis and meiosis.

Úvodem

Antibiotika jsou léčiva působící *bakteriostaticky* (zastavují růst bakterií, ale nehubí je) nebo *baktericidně* (hubí bakterie). Různé druhy bakterií mají odlišný metabolismus a složení buněčné stěny, proto jsou na jednotlivá antibiotika různě citlivé. Antibiotik existuje v současné době na trhu mnoho desítek, z hlediska jejich účinku je můžeme rozdělit do pěti skupin (Lüllmann et al., 2009), a to na **antibiotika**:

- inhibující syntézu buněčné stěny (např. peniciliny, cefalosporiny),
- poškozující buněčnou membránu (např. polymyxin),
- inhibující syntézu kyseliny tetrahydrolistové (př. sulfonamidy, trimetoprim), která je potřebná k syntéze purinů a thyminu (součásti bakteriální DNA),
- interferující s bakteriální DNA a tím negativně ovlivňující její metabolismus různými způsoby (např. nitroimidazol, nitrofurantoin),
- inhibující bakteriální proteosyntézu (erythromycin, tetracykliny).

Pokud dané antibiotikum na konkrétní druh (popřípadě kmen) bakterie nepůsobí, mluvíme o rezistenci. Rezistentní bakterie není antibiotikem ovlivněna a z tohoto důvodu je neustále nutné vyvíjet nové a nové účinné látky.

Citlivost na antibiotika se v praxi stanovuje různými metodami (Urbášková, 1998). Pro školní použití je vhodná tzv. *disková difuzní metoda*. Pracuje se při ní s agarovými půdami na Petriho miskách a antibiotickými disky (malý kroužek filtračního papíru napuštěný antibiotikem). Princip metody spočívá v tom, že se na agarovou půdu rozetře bakteriální kultura a na ni se položí antibiotické disky. Do druhého dne dojde k nárůstu bakterií na půdě s výjimkou kruhových oblastí (inhibičních zón) kolem antibiotického disku, které jsou dobře makroskopicky patrné.

Didaktické využití

Metoda se hodí k demonstraci inhibice růstu bakterií působením antibiotik. K pokusu je vhodné zvolit více druhů antibiotik tak, aby každé mělo jiný mechanismus účinku. Při práci s běžně se vyskytujícími bakteriemi, které si žáci sami izolují z okolního prostředí, tak dostanou různé výsledky, což umožní názorně ukázat, že každé antibiotikum je schopné působit proti bakteriím s různou intenzitou.

Pomůcky

Plastové Petriho misky se sterilní masopeptonovou agarovou půdou; plastové Petriho misky s Mueller-Hintonovým agarem; pinzeta, sterilní plastové zkumavky, mikrobiologické kličky, kalibrované pipety (3 ml) a „hojeky“

na roztírání bakterií; destilovaná voda; antibiotické disky: penicilin G, polymyxin B, sulfometox/trimetoprim, nitrofurantoin, erytromycin, tetracyklin.

Poznámka.

Plastové pomůcky a práškové agarové půdy jsou dostupné např. na www.p-lab.cz. Agar připravíme podle návodu a nalijeme do Petriho misek. Mueller-Hintonův agar je standardní půda na stanovení citlivosti na antibiotika. Antibiotické disky vyrábí např. firma Oxoid.

Material

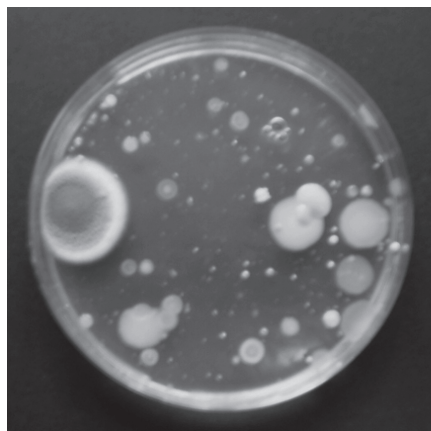
Čisté kultury bakterií izolované z okolního prostředí podle postupu, který má dvě fáze (viz též Pavlasová, 2009):

1. fáze. Masopeptonový agar na Petriho misce kontaminujeme mikroorganismy z okolního prostředí – otiskneme na něj nějaký předmět (prst, mince, klíče), nebo navlhčeným sterilním vatovým tamponem rozetřeme mikroorganismy setřené z vybraného povrchu (stoly, kliky, klávesnice, mobility). Misky ponecháme při laboratorní teplotě jeden týden – misky dnem vzhůru. Na agaru vyroste směs bakterií, kvasinek a plísní (obr. 1).

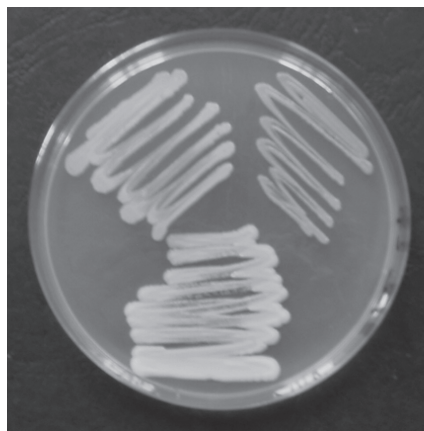
2. fáze. Vybranou kolonii bakterií nabereme na mikrobiologickou kličku a rozetřeme ji na novou Petriho misku s masopeptonovým agarem. Ponecháme při laboratorní teplotě opět týden – misky dnem vzhůru. Při pečlivé práci na agaru vyroste pouze námi přeočkováný druh bakterie a tím získáme čistou kulturu (obr. 2).

Pracovní postup

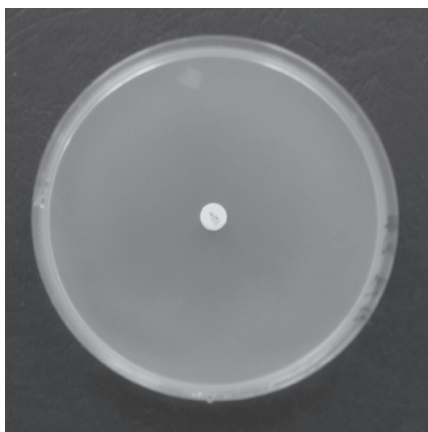
V průběhu přípravy materiálu i provádění pokusu dodržujeme zásady bezpečnosti práce v laboratoři.



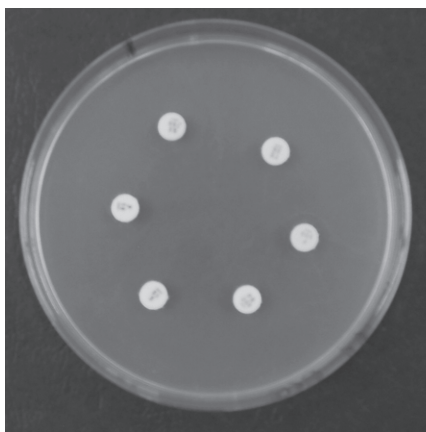
Obr. 1 Směs bakterií, kvasinek a plísní z okolního prostředí



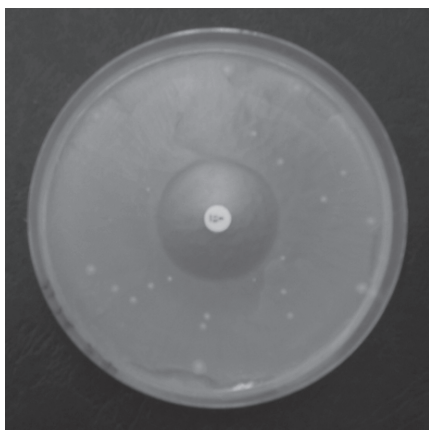
Obr. 2 Izolace čisté kultury



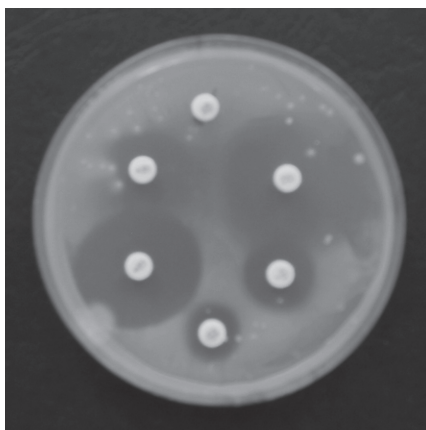
Obr. 3 Založení pokusu citlivosti na antibiotika s jedním antibiotickým diskem



Obr. 4 Založení pokusu citlivosti na antibiotika se šesti různými antibiotickými disky



Obr. 5 Výsledek pokusu stanovení citlivosti na antibiotika s jedním antibiotickým diskem. V kruhové zóně kolem disku bakterie nerostou



Obr. 6 Výsledek pokusu stanovení citlivosti na antibiotika se šesti různými antibiotickými disky. Kruhové zóny kolem disků mají různý průměr, protože každé antibiotikum účinkuje s jinou intenzitou

Do zkumavky napipetujeme 1 ml destilované vody. Mikrobiologickou kličkou setřeme 1–3 kolonie z čisté kultury bakterií a pečlivě rozmícháme v destilované vodě (získáme jemně zakalenou suspenzi). Suspenzi nalijeme na Petriho misku s Mueller-Hintonovým agarem a rozeřeme do plochy

(„hokejkou“ nebo vatovým tamponem). Necháme několik minut vsáknout do agaru. Pak na agar položíme pinzetou antibiotické disky (zpravidla 1–6 podle velikosti Petriho misky, viz obr. 3 a 4) a jemně přitlačíme. Inkubujeme při laboratorní teplotě nejméně 24 hodin a poté pokus hodnotíme.

Hodnocení

Agar by měl být porostlý souvislou vrstvou kolonií bakterií, kolem antibiotických disků by měly být různé velké kruhové inhibiční zóny, kde bakterie nerostou (viz obr. 5 a 6). Tyto zóny se vytvoří vlivem difuze antibiotika z disku do agaru. Každé antibiotikum má jiný mechanismus účinku, proto inhibuje růst bakterií s různou intenzitou.

Závěr

Laboratorní cvičení je jednoduché na provedení, používá se při něm dostupný materiál a pomůcky. Žáci se mohou účastnit všech jeho částí, tedy i přípravy agarových půd. Je však poměrně náročné na čas, který je potřeba pro nárůst bakterií. Doporučujeme proto celý pokus rozplánovat na několik praktických cvičení:

(1) příprava masopeptonového agaru a jeho kontaminace, (2) přeočkování vybraných kolonií bakterií na nové Petriho misky, příprava Mueller – Hintonova agaru, (3) založení pokusu s antibiotickými disky, (4) vyhodnocení.

L i t e r a t u r a

LÜLLMANN, H., MOHR, K., WEHLING, M. *Farmakologie a toxikologie*. Praha: Grada, 2009. 728 s. ISBN 80-247-0836-1.

PAVLASOVÁ, L. *Laboratorní cvičení z mikrobiologie*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2011. 35 s. ISBN 978-80-7290-536-2.

URBÁŠKOVÁ, P. *Rezistence bakterií k antibiotikům. Výbrané metody*. Praha: Trios, 1998. ISBN 80-238-3106-2.

*RNDr. Lenka Pavlasová, Ph.D.,
katedra biologie a environmentálních studií
Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze (text i fotografie)*

Testing of susceptibility of bacteria to antibiotics

The proposed laboratory exercise is based on standard microbiologic technique – disc diffusion susceptibility test. It enables students to try the work of microbiologist in school conditions. They will learn to isolate the pure culture of bacteria from environment and test susceptibility of bacteria to several types of antibiotics.

VYUŽITÍ REGIONÁLNÍCH PŘÍLEŽITOSTÍ VE VÝUCE CHEMIE

Významným faktorem příznivě ovlivňujícím vztah žáků i studentů k chemii je schopnost učitele nalézt a předkládat nejrůznější aplikace chemie v každodenním životě společnosti. Podobný vliv má také aplikace specifických jevů regionu do výuky chemie. Jednotlivé oblasti ČR k tomu poskytují dostatek možností.

V Plzni a okolí je to nesporně výroba piva. Poměrně častým cílem exkurzí spojených s experimentální činností je také Hromnické jezíčko jako pozůstatek historické výroby tzv. *české kyseliny sírové*.

Zatímco do pivovaru jsou pořádány exkurze pod vedením profesionálního průvodce a staly se komerční záležitostí, exkurze k jezírku organizuje pouze učitel a je na jeho odborných i organizačních schopnostech, zda bude úspěšná.

V posledních letech školy hojně využívají již tradiční Den otevřených dveří ve vodohospodářských laboratořích státního podniku Povodí Vltavy. Tento podnik má laboratoře vybavené moderní přístrojovou technikou v Českých Budějovicích, v Plzni a v Praze^{1,2}.

Plzeňské laboratoře jsou na Den otevřených dveří zpřístupněny celým třídám. Návštěvníci jsou rozděleni do 20–25členných skupin a prováděni po laboratořích. Na každém úseku je připravena zajímavá přednáška vedoucího úseku, objasňující zaměření této části laboratoře, principy analytických, separačních a dalších postupů nebo použití přístrojové techniky. Žáci mají možnost ověřit si znalost a pochopení principů metod a postupů, význam některých stanovení. Během prohlídky je zcela zdarma prováděno orientační stanovení dusičnanů a dusitanů ve vzorcích vody, které si návštěvníci přinesou. Tuto možnost návštěvníci bohatě využívají.

Zatímco návštěva laboratoří Povodí Vltavy nevyžaduje zvláštní přípravu žáků, v případě návštěvy pivovaru i Hromnického jezírka je tato instruktáž žádoucí.

O Hromnickém jezírku je v regionu k dispozici dostatek studijního materiálu.^{3,4} Jezírko bylo také středem pozornosti účastníků mezinárodní konference *Chemické vzdělávání v teorii a praxi*, konané ve dnech 15. až 17. 6. 2011 v Plzni⁵. Ze všech uvedených materiálů vyplývá možnost po-

řádání komplexní chemicko-biologicko-geologické exkurze, při které lze experimentovat přímo na místě a také odebrat vzorky vody a břidlice pro pokusy v laboratoři.

Voda je charakteristická velkou kyselostí (pH ~ 2,7) a vysokým obsahem železa (žlutavé zabarvení způsobené železitými ionty). Z biologického hlediska je zajímavá tím, že kromě řas neobsahuje žádné jiné známky života.

V této souvislosti se nabízí řada pokusů, například měření pH vody pomocí indikátorového papírku a pH-metrem, stanovení celkové kyselosti vody, důkaz přítomnosti kyseliny sírové, popřípadě její stanovení, důkazy a stanovení přítomnosti železa v oxidačním stavu II a III, stanovení celkového obsahu železa ve vodě. Kromě běžných reakcí na přítomnost železa je zajímavá reakce s extraktem červeného zelí. Anthokyaniny tohoto extraktu se v kyselém prostředí barví červeně. Voda Hromnického jezírka je však přes svou kyselost barví modře. Tato anomálie je způsobena přítomností železitých kationtů⁶.

K pivovarské výrobě jsou k dispozici velmi rozsáhlé specializované publikace^{7,8}. Pro poučení před návštěvou pivovaru však je dobré získat základní představu o výrobě piva z některého přehledného pojednání. Velmi vhodná je například vysokoškolská učebnice *Základy chemických výrob⁹*, ve které je výrobě piva věnována jedna kapitola v rozsahu čtyř stran.

Z technologického hlediska se výroba dělí na dva výrobní celky, a to na výrobu sladu a vlastní výrobu piva.

Výroba sladu má tři základní fáze, a to máčení ječmene, při kterém ječmen pojme dostatek vody (až 44 %) pro další fázi kličení. V průběhu kličení, které probíhá při teplotě 10 až 20 °C po dobu 5 až 7 dnů ve vrstvách na tzv. *humnech*, dochází uvnitř ječného zrna ke složitým enzymatickým přeměnám. Naklíčené ječné zrnko (*zelený slad*) se přemísťuje na dvoulískovou sušárnu (*hvozd*), kde dochází zatepla ke ztrátě vody až na konečných 5 %. V průběhu sušení probíhají kondenzační procesy aminokyselin s monosacharidy za vzniku barevných látek (melanoidů), jejichž zabarvení je závislé na teplotě, při které sušení probíhá. Vzniklý slad se po zbavení klíčků a nečistot (tzv. *sladového květu*, který slouží ke krmným účelům), uskladňuje v silech k dalšímu použití.

Výroba piva zahrnuje několik fází. Sladové zrnko je třeba šrotováním rozdrtit tak, aby dokonale proběhla extrakce horkou vodou a následná filtrace vzniklé **sladiny** od zbytku, tzv. **mláta**, které je dalším odpadním produktem využívaným pro krmné účely. Příprava sladiny je poměrně složitý technologický proces, při kterém se teplota směsi sladového šrotu a vody v předepsaných časových intervalech udržuje v rozmezí 40 až 75 °C. Zde dochází k enzymatické hydrolýze polysacharidu – sladového škrobu –

rmutování. Produktem zásadního významu je disacharid maltosa (*sladový cukr*) a další jednoduché sacharidy.

Oddělením mláta (zcezcování) se získá **sladina**, která se na varné pánvi v dvouhodinovém varem s chmelem přeměňuje na **mladinu**. Při tomto procesu (*chmelovaru*) z chmele do mladiny přecházejí hořčiny, především chmelové pryskyřičné kyseliny, dochází k denaturaci a následnému vyvločkování bílkovin a sterilaci mladiny, která se po odfiltrování chmele ochladí až na zákvasnou teplotu 6 °C. Po dodání pivovarských kvasinek (*Sacharomyces uvarum*) probíhá ve spilce při teplotě 5 až 10 °C po dobu 7 až 12 dnů (podle stupňovitosti piva) hlavní kvašení, při kterém vzniká **mladé pivo**. Mladé pivo se přečerpává do uzavřených nádob (sudů, tanků) v ležáckém sklepě, kde při teplotě 1 až 2 °C dokvašuje po dobu 21 dní až 6 měsíců (podle druhu piva) a po filtraci křemelinovými filtry se plní do transportních nádob (lahví, sudů, tanků).

Získává se pivo charakteristických vlastností s vysokým obsahem rozpustného oxidu uhličitého (0,35 % až 0,45 %), pH 4,4 – 4,6. Vedle ethanolu, kterého je kolem 3 % u desítky a 4 % u dvanáctky, je v pivě obsažena řada biologicky významných látek (především vitaminy řady B). Protože vedle piva jako hlavního produktu vzniká využitelný odpad (sladový květ, mláto, pivovarské kvasinky a oxid uhličitý), je celá výroba vhodným příkladem tzv. bezodpadové technologie.

Pro výuku chemie je návštěva pivovaru s vhodným výkladem ve spojení se studiem dostupných materiálů přínosná v mnoha směrech. Vedle transformace laboratorních technik do průmyslového měřítka se jedná o aplikaci teoretických poznatků do praxe. Můžeme poukázat na enzymatickou přeměnu škrobu na zkvasitelné cukry, kvašení jako anaerobní glykolýzu s ethanolem jako konečným produktem, vliv výrobních podmínek na kvalitu výrobku. Pro zájemce jsou využitelné i informace z oblasti kontroly kvality surovin, průběhu výrobního procesu i kvality konečného produktu.

Uvedené náměty jsou specifické pro daný region, a stávají se proto zajímavými pro žáky, studenty i pro jejich učitele.

L i t e r a t u r a

<http://www.pvl.cz/>

<http://www.pvl.cz/pro-media-a-verejnost/aktuality/svetovy-den-vody-2013>

LAŠKA, J. *Chemická exkurze na Hromnické jezírko u Plzně*. Chemie IX (Sborník katedry chemie). Praha: SPN, 1973, s. 61.

KRAITR, M., SIROTEK, V., RICHTER, V. *Z historie termického způsobu výroby kyseliny sírové v Čechách*. Chemie XX (Sborník katedry chemie). Plzeň: ZČU, 2004, s. 103.

KRAITR, M., RICHTR, V., SIROTEK, V. *Biologie-Chemie-Zeměpis*, 2011, roč. 20, s. 24.

PACÁK, J. *Stručné základy organické chemie*. Praha: SNTL, 1975.

HLAVÁČEK, F., LHOTSKÝ, A. *Pivovarství*. Praha: SNTL, 1972.

BASAŘOVÁ, G., ŠAVAL, J., BASAŘ, P., LEJSEK, T. *Pivovarství*. Praha: VŠCHT, 2010.

NEISER, J., HAUZAR, I., KRAITR, M., NASSLER, J., SMOLEK, P. *Základy chemických výrob*. Praha: SPN, 1988.

*Mgr. Vratislav Šedivec, Bioptická laboratoř, s. r. o., Plzeň
Doc. Václav Richtř, CSc., FPE ZČU v Plzni*

Exploitation of specific regional opportunities in chemistry teaching

Exploitation of specific regional opportunities in Plzeň region for chemistry teaching is discussed. Presented examples are: water analyses, historical production of sulfuric acid by thermic method and brewing technologies.

PRINCIP A VYUŽITÍ RAMANOVY SPEKTROSKOPIE

Úvodem

V současné době se v médiích objevují zprávy o různých až fantastických objevech a pozoruhodných zařízeních, schopných během okamžiku detekovat nejrůznější látky. Tato až neuvěřitelná zařízení již nejsou jen doménou science fiction či některých fantastických a krimi seriálů, ale stávají se skutečností. Tato technika v přenosném ručním provedení se stala významným pomocníkem i při odhalování nebezpečného methanolu v podezřelých lihovinách. Na rozdíl od zdoluhavých analýz založených na klasických principech umožňuje okamžité zjištění methylalkoholu bez porušení originálního uzávěru láhve. Jedná se o Ramanovy spektrometry založené na neelastickém rozptylu záření monochromatického zdroje – laseru.

Historie

Princip neelastického rozptylu není žádnou novinkou, nýbrž byl předpokládán již v roce 1923 Adolfem Smekalem¹. Název Ramanův efekt byl zaveden na počest jednoho z jeho objevitelů, kterým byl indický vědec sir Chandrasekhara Venkata Raman. Ten pozoroval tento jev v kapalném vzorku za použití slunečního záření v roce 1928. Svůj objev Raman uskutecnil s použitím slunečního světla, které prošlo fotografickým filtrem. Tím

získal monochromatické záření, které další filtr pohltit. Při vložení vzorku mezi oba filtry Raman zjistil, že malá část záření druhým filtrem (monochromátorem) prošla, protože změnila svoji vlnovou délku oproti záření, které do vzorku vstupovalo. Na tomto objevu se také podílel jeho kolega Kariamanickam Srinivasa Krishnan². Přestože takováto měření s „fotografickou“ detekcí trvala u jednoho vzorku i několik hodin, Raman se svým kolegou Krishnanem ve své době byli schopni detekovat Ramanovy linie pro přibližně 60 kapalin a plynů³. Stejný jev nezávisle na Ramanovi pozorovali v Moskvě Grigory Landsberg a Leonid Mandelstam v krystalech⁴. V roce 1930 byl za svůj objev Raman oceněn Nobelovou cenou za fyziku⁵.

Po tomto objevu následovaly v letech 1930–1934 další průkopnické studie československého fyzika Georga Placzeka (narozen v Brně 1905), který se zasloužil o vypracování systematické teorie Ramanova rozptylu⁶. Postupem času bylo sluneční záření nahrazeno rtuťovou výbojkou nejdříve s využitím fotografické detekce, která byla později nahrazena detekcí spektrofotometrickou. Velkým přelomem se stala náhrada rtuťové výbojky laserem, který poskytuje přímo monochromatické záření. V současné době jsou k detekci využívány CCD čipy⁷, které umožňují ve spojení s moderní elektronikou transformaci původně rozměrově náročného zařízení do současných přenosných přístrojů.

Princip Ramanovy spektrometrie

Ramanův rozptyl je jev vznikající při interakci mezi fotony dopadajícího záření a atomy. Dochází zde k předání energie rotačním a vibračním stavům atomů nebo molekul, přičemž rozptýlené záření má jinou vlnovou délku (resp. energii fotonů) než záření dopadající.

V Ramanově spektru je intenzita získaných pásů úměrná druhé mocnině změny polarizovatelnosti během vibračního pohybu. Doplňkovou metodou k Ramanově spektroskopii je infračervená spektroskopie, kde je naopak intenzita pásů úměrná druhé mocnině změny dipólového momentu. Z toho vyplývá, že vibrační frekvence molekul jsou nezávislé na tom, zda je studujeme pomocí infračervené či Ramanovy spektrometrie, avšak intenzity spektrálních linií budou pro obě metody odlišné⁸.

V dnešních přenosných Ramanových spektrometrech se uplatňuje interakce monochromatického laserového paprsku (obvykle v blízké infračervené oblasti 785 nm) se vzorkem, čímž dochází k excitaci molekul vzorku na vyšší energetickou vibrační hladinu⁹. Následně dochází k rozptylu záření a vyzáření fotonu. Malá část záření projde vzorkem, zbylá část záření podléhá elastickému rozptylu (Rayleighův rozptyl – kde nedochází

ke změně vlnové délky) a neelastickému rozptylu (Ramanův rozptyl – zde dochází ke změně vlnové délky rozptýleného záření přibližně u jednoho fotonu z 10 milionů)¹⁰.

Diagram energetických hladin pro Rayleighův a Ramanův rozptyl¹¹

Rozptýlené záření prochází do přístroje přes monochromátor, v němž dochází k odfiltrování záření o vlnové délce použitého laseru (Rayleighův rozptyl) a k průchodu záření o odlišné vlnové délce (Ramanův rozptyl). Prošlé záření je registrováno pomocí polovodičového CCD čipu jako závislost intenzity rozptýleného záření na vlnové délce. Takto vzniklé Ramanovo spektrum je následně porovnáváno s vnitřní databází spekter. Při nalezení shody je identifikována konkrétní látka, popřípadě směs látek a v závislosti na intenzitě odezvy je určeno i přibližné procentuální zastoupení¹².

Tato metoda je využívána pro detekci pevných látek, kapalin, gelů, past a také plynů.

Dobré zkušenosti jsou například s detekcí organických sloučenin, ropných produktů, pesticidů, hnojiv, plastů, průmyslových materiálů, drog, chemických zbraní, „bílých prášků“, anorganických sloučenin, minerálních kyselin, anorganických oxidů, některých iontových sloučenin a vodných roztoků⁹.

Metoda je méně vhodná, někdy až nevhodná pro černě nebo velmi tmavě zbarvené vzorky, vysoce fluoreskující materiály a některé další substance⁹. Tyto problémy je možno eliminovat s využitím příslušných modifikací Ramanovy spektrometrie, kterými jsou: rezonanční Ramanova spektrometrie (RR), povrchově zesílená Ramanova spektrometrie (surface enhanced – SERS), povrchově zesílená rezonanční Ramanova spektrometrie (surface enhanced resonance – SERRS), fotoakustická Ramanova spektrometrie (photo-acoustic – PARS), hyperRaman, koherentní anti-Stokesova Ramanova spektrometrie (coherent anti-Stokes – CARS), koherentní Stokesova Ramanova spektrometrie (coherent Stokes – CSRS) a další¹⁰.

Mezi těmito modifikacemi je pak zejména využívána povrchově zesílená Ramanova spektrometrie SERS, která je za normálních okolností prováděna za účasti koloidních částic zlata či stříbra, popřípadě s využitím substrátu obsahujícího tyto kovy. Dochází tak k excitaci elektronů kovu, což má za následek zvýšení intenzity elektrického pole v okolí kovu. Vzhledem k tomu, že intenzita Ramanova spektra je závislá na intenzitě elektrického pole, dochází tak k zesílení signálu až tisíckrát. Tato technika pak najde využití zejména při analýze biologických materiálů (krve, tkání, apod.)¹³.

Závěr

V současné době jsou Ramanovy spektrometry velice významné jak v laboratorní praxi, tak u složek integrovaného záchranného systému, kde jsou využívány pro rychlou identifikaci akutně hrozícího nebezpečí či různých nelegálních a nebezpečných substancí. S rychlým vývojem techniky se Ramanovy spektrometry neustále zmenšují a nalézají stále častěji využití v běžném životě. Díky rozsáhlým databázím jsou tak přístupné nejen pro výzkumné organizace, ale i pro laickou veřejnost. Většímu rozšíření však prozatím brání jejich pořizovací cena. Dá se však předpokládat, že s postupným rozšiřováním těchto přístrojů a vývojem nových technik dojde k poklesu jejich ceny. Tato technika má před sebou ještě dlouhou budoucnost a je tudíž namístě s jejími principy a možnostmi seznamovat již studenty středních škol. Pro pochopení principu metody můžeme rovněž doporučit starší publikaci¹⁴ z řady Věda a technika populárně. Zájemcům o studium teoretických základů metody v hlubších souvislostech lze doporučit studium kapitoly 12 rozsáhlého díla Petera Atkinse¹⁵.

Literatura

1. SMEKAL, A. Zur Quantentheorie der Dispersion. *Die Naturwissenschaften*. 1923, roč. 11, č. 43, s. 873–875.
2. GARDINER, D. J. *Practical Raman spectroscopy*. 1. vydání. 1989. ISBN 978-0-387-50254-0.
3. RAMAN, C. V. Practical Raman spectroscopy. *Indian Journal of Physics*. 1928, roč. 2, s. 387–398.
4. LANDSBERG, G., MANDELSTAM, L. Eine neue Erscheinung bei der Lichtzerstreuung in Krystallen. *Naturwissenschaften*. 1928, roč. 16, č. 28, s. 557–558.
5. SINGH, R. C. V. Raman and the Discovery of the Raman Effect. *Physics in Perspective*, roč. 4, č. 4, s. 399–420.
6. PLACZEK, G. Rayleigh Streueung und Raman Effekt. *Hdb. der Radiologie*. 1934, roč. 6, č. 2, s. 209.
7. Safran Morpho: Raman Spectroscopy: The Science Behind the Technology [online]. 2014 [citováno 26. 01. 2014]. Dostupné z: http://www.morpho.com/IMG/pdf/Raman_Technology_White_Paper.pdf
8. MATĚJKA, P. Ramanova spektroskopie. *Návody pro laboratorní cvičení z analytické chemie III*. Praha: VŠCHT, 2002, 1. vydání.
9. Thermo Scientific FirstDefender™ RMX Handheld Chemical Identification: FirstDefender™ RMX Handheld Chemical Identification [online]. 2014 [citováno 26. 01. 2014]. Dostupné z: <http://www.thermoscientific.com/en/product/firstdefender-rmx-handheld-chemical-identification.html>

10. STRAUCH, B. Možnosti laserové Ramanovy spektrometrie. *Nové směry v analytické chemii*. 1988, roč. 3, s. 171–203.
11. Wikipedia: Raman Spectroscopy [online]. 2014 [citováno 26. 01. 2014]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Raman_spectroscopy
12. VOLKA, K. Analytická chemie II. Praha: VŠCHT, 1997, 1. vydání. ISBN 80-7080-227-8.
13. JEANMAIRE, D.L., VAN DUYNE, R.P. Surface Raman Electrochemistry Part I. Heterocyclic, Aromatic and Aliphatic Amines Adsorbed on the Anodized Silver Electrode. *Journal of Electroanalytical Chemistry*. 1977, roč. 84, č. 1, s. 1–20.
14. KALOUS, V. Jak moderní chemie zkoumá strukturu molekul. Praha: SNTL, 1983, 57 s.
15. ATKINS, P., PAULA, J. *Fyzikální chemie*. Praha: VŠCHT, 2013, 415 s.

*Ing. Marek Martinec, VŠCHT Praha a FPE ZČU v Plzni
Doc. Mgr. Václav Richtr, CSc., FPE ZČU v Plzni*

Principles and applications of Raman spectroscopy

This article presents the basic principles and history of Raman spectroscopy. Also presented are the possibilities of practical use of this method and portable devices.

MIKROVLNNÁ SYNTÉZA BENZIMIDAZOLU

Úvodem

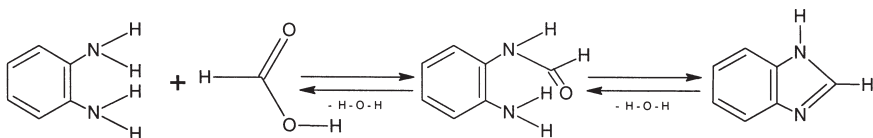
Heterocyklické sloučeniny patří k nejvýznamnějším organickým sloučeninám z hlediska použití v praxi. Jsme s nimi v kontaktu prakticky každodenně, a to v řadě souvislostí (léčiva, pesticidy aj.). Mnoho heterocyklických sloučenin náleží mezi přírodní látky, například purinové alkaloidy v kávě, čaji a kakau (kofein, theofylin, theobromin). Příprava heterocyklických sloučenin je často složitou záležitostí. V řadě případů se jedná o vícestupňový proces, spojený s dlouhodobým zahříváním reakční směsi. Jednou z možností, jak zkrátit dobu reakce, je mikrovlnný ohřev.

Jako konkrétní příklad byla vybrána **syntéza benzimidazolu**, a to ze dvou důvodů. Jeho příprava je vzhledem k jednoduchosti provedení jednou z experimentálních úloh zaměřených na syntézu heterocyklických sloučenin, které jsou běžně zařazovány do učebních textů pro laboratorní cvičení z organické chemie na vysoké a střední škole. Dalším důvodem je významné uplatnění derivátů benzimidazolu jako léčiv ze skupiny *antihelmintik* (látek působících proti parazitujícím červům) nebo *antimykotik*

(látek působících proti parazitujícím houbám). Syntéza byla uskutečněna v duchu zásad Zelené chemie¹ jako reakce bez rozpouštědla účinkem mikrovln.^{2,3}

Tradiční postup syntézy benzimidazolu je založen na zahřívání směsi *o*-fenyldiaminu a kyseliny mravenčí na vodní lázni po dobu několika hodin^{4,5}. Mikrovlnný ohřev umožňuje zkrátit dobu reakce na několik minut (podmínka úspěšného mikrovlnného ohřevu je splněna, neboť výchozí látky či meziproducty mají polární molekuly, které absorbují mikrovlnné záření).

Reakce *o*-fenyldiaminu s kyselinou mravenčí probíhá ve dvou krocích. Nejdříve se vytvoří meziproduct *N*-(2-aminofenyl)formamid, který následně podléhá intramolekulární cyklizaci za vzniku požadovaného produktu.



Vlastní reakce proběhla v porcelánovém kelímku umístěném v komerční mikrovlnné troubě. Složení reakční směsi bylo monitorováno pomocí tenkovrstvé chromatografie. Při reakci byl sledován jednak vliv doby ohřevu na její průběh, jednak vliv umístění kelímku na rotujícím talíři v mikrovlnné troubě.

Pomůcky a chemikálie:

o-fenyldiamin, koncentrovaná kyselina mravenčí, benzimidazol, ethyl-acetát, komerční mikrovlnná trouba (2450 MHz, 700 W), porcelánový kelímek 10 cm³, hodinové sklíčko, komora pro tenkovrstvou chromatografii s krycím sklem, tenká vrstva silikagelu s luminiscenčním indikátorem ($\lambda = 254$ nm), UV-lampa pro detekci chromatogramů, zkušavky, kapiláry.

Postup.

1. Do porcelánového kelímku (10 cm³) odvážíme 0,11 g *o*-fenyldiaminu a přidáme 0,09 g koncentrované kyseliny mravenčí.
2. Kelímek překryjeme hodinovým sklíčkem a umístíme do středu rotujícího talíře mikrovlnné trouby.
3. Reakční směs zahříváme při polovičním mikrovlnném výkonu po dobu 5 minut.
4. Po ukončení ohřevu kelímek s reakční směsí umístíme asi na 5 minut do chladničky.

5. Z reakční směsi v kelímku odebereme malý vzorek (na špičku lžičky) do zkumavky a rozpustíme v ethyl-acetátu (cca 3 cm³).
6. Ve druhé zkumavce rozpustíme malé množství (na špičku lžičky) *o*-fenyldiaminu (standard) asi v 3 cm³ ethyl-acetátu, ve třetí zkumavce rozpustíme malé množství (na špičku lžičky) benzimidazolu jako standardu asi v 3 cm³ ethyl-acetátu.
7. Vzorek reakční směsi společně se vzorky obou standardů naneseme pomocí kapilár na tenkou vrstvu silikagelu s luminiscenčním indikátorem a umístíme do chromatografické komory s elučním činidlem (ethyl-acetát).
8. Chromatogram po ukončení vyvíjení vyjmemme z komory a detekujeme pod UV- lampou; *o*-fenyldiamin a benzimidazol tvoří na tenké vrstvě tmavé skvrny (*o*-fenyldiamin – $R_F = 0,48$, benzimidazol – $R_F = 0,16$). V reakční směsi identifikujeme benzimidazol jako hlavní produkt, prokážeme možnou přítomnost vedlejších produktů a nezreagovaného *o*-fenyldiaminu.
9. Pokus zopakujeme s kratší dobou ohřevu (1 min., 3 min), porovnáme výsledky a následně pokus vyhodnotíme.
10. Pokus zopakujeme s kelímkem umístěným 2 cm od středu rotujícího talíře a opět výsledek porovnáme a vyhodnotíme.

Závěr

Syntéza benzimidazolu je snadno realizovatelná v mikro- či semimikroměřítku jako reakce bez rozpouštědla v přítomnosti mikrovln. Doba nezbytná k přeměně výchozích látek na hlavní produkt je výrazně kratší než při tradičním ohřevu na vodní lázni, jak bylo již zmíněno, a za daných podmínek se netvoří vedlejší produkty. Syntézu je možné uskutečnit v mikrovlnném poli bez rozpouštědla v přítomnosti sorbentů (Al₂O₃)⁶, ale i bez nich.

Porovnávali jsme jednak experimenty s různou dobou ohřevu reakční směsi, jednak experimenty s rozdílným umístěním kelímku na rotujícím talíři.

Reakční směs byla zahřívána po dobu 1 min., 3 min. a 5 min., kelímek byl umístěn ve středu rotujícího talíře. S rostoucí dobou ohřevu se zmenšuje podíl nezreagovaného *o*-fenyldiaminu.

Jako efektivnější se jeví ohřev při umístění kelímku asi 2 cm od středu rotujícího talíře (doba ohřevu 5 minut). V reakční směsi je pouze hlavní produkt. Vliv umístění kelímku v mikrovlnné troubě na průběh reakce souvisí s nehomogenitou mikrovlnného pole.

Z výsledků je zřejmá potřeba optimalizace podmínek pro úspěšnou realizaci experimentu. Z hlediska bezpečnosti práce je výhodou minimální

spotřeba výchozích látek. Vlastní uspořádání pokusu je v souladu se zásadami Zelené chemie (navazuje na předchozí publikaci autorů v tomto časopisu⁷⁾ a vzhledem k jednoduchosti provedení je experiment vhodný i pro výuku chemie na střední škole.

L i t e r a t u r a

1. ANASTAS, P., WARNER, J. *Green Chemistry: Theory and Practice*. New York: OUP, 1998.
2. VARMA, R. S. *Green Chem.*, 1999, 2, 43.
3. LOUPY, A. *Microwaves in Organic Synthesis*. Weinheim: Wiley-VCH, 2006.
4. JURÁŠEK, A. aj. *Základy organické syntézy*. Bratislava-Praha: Alfa-SNTL, 1975.
5. TRNKA, T. aj. *Praktikum z organické chemie*. Praha: UK, 1994.
6. MUSIOL, R., TYMAN-SZRAM, B., POLANSKI, J. *J. Chem. Educ.*, 2006, roč. 83, s. 632.
7. ZEMANOVÁ, K., MYŠKA, K., KOLÁŘ, K. B–Ch–Z, 2013, roč. 22, s. 136.

*Bc. Kateřina Zemanová, Prof. Ing. Karel Kolář, CSc.,
Přírodovědecká fakulta UHK, Hradec Králové
PaedDr. Karel Myška, Ph.D., Ústav sociální práce UHK, Hradec Králové*

Microwave synthesis of benzimidazol

Synthesis of some heterocyclic compounds as microwave assisted solvent-free reaction is very succesfull. Synthesis of the benzimidazole is a known experiment in organic chemistry education. The disadvantage of synthesis is the long time of the reaction. In this case, the reaction of *o*-fenyldiamine with formic acid was realized in a commercial microwave oven. Under these conditions, the reaction finished in several minutes. The experiment is suitable for laboratory practice in university or high school.

Z dopisů čtenářů

POHLED CHEMIKA NA RVP G A NA UČEBNICI CHEMIE PRO GYMNÁZIA

Článek je názorem biochemika na učebnici organické chemie a biochemie. Zabývá se zejména dosažitelností výsledků a shodou s platnými vzdělávacími programy (RVP G).

Podle **Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia (RVP G)** patří vyučovací předmět chemie do vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Pro jednotlivé vzdělávací oblasti jsou v RVP G uvedeny jejich charakteristiky a cílová zaměření, pro jednotlivé předměty pak RVP G vymezuje vzdělávací obsah v podobě očekávaných výstupů a povinného učiva.

Zamyšlení nad RVP G

V charakteristice vzdělávací oblasti a cílovém zaměření je například deklarováno, že:

- „Základní prioritou každé oblasti přírodovědného poznávání je odkrývat metodami vědeckého výzkumu zákonitosti, jimiž se řídí přírodní procesy.“
- „Žáci mají mít proto co nejvíce příležitostí postupně si osvojovat vybrané empirické i teoretické metody přírodovědného výzkumu, aktivně je spolu s přírodovědnými poznatky ve výuce využívat.“
- Žáci jsou vedeni k „provádění soustavných a objektivních pozorování, měření a experimentů (především laboratorního rázu) podle vlastního či týmového plánu nebo projektu, k zpracování a interpretaci získaných dat a hledání souvislostí mezi nimi“ ... (RVP G, 2007, s. 25–27).

V Rámcovém vzdělávacím obsahu pro gymnázia jsou očekávané výstupy popsány velice stručně. S výjimkou jediného výstupu v obecné chemii („*žák provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů*“) tam podle mého názoru výstupy ve formě *soustavných pozorování, měření a experimentů (především laboratorního rázu)* chybějí. Uvážíme-li, že obecná chemie se obvykle vyučuje v 1. ročníku, je zřejmé, že podle očekávaných výstupů RVP G se po celou dobu studia chemie na gymnáziu empirické metody přírodovědného vzdělávání významně neuplatňují. Vzhledem k nedostatečnému zastoupení těchto metod RVP G (a často následně i ve vyučování) vidím výrazný rozpor mezi charakteristikou vzdělávací oblasti, cílovým zaměřením vzdělávací oblasti a vzdělávacím obsahem pro vyučovací předmět chemie v RVP G (RVP G, 2007).

Dále mě překvapilo, že jsem ve vzdělávacím obsahu chemie nenašla zmínku o bezpečnosti práce v chemické laboratoři. Otázkou se stává, zda je vhodné bezpečnost žáků zajistit tak, že jim zakážeme či znemožníme experimentovat s chemickými látkami, sejmeme z nich odpovědnost za vlastní jednání a uplatníme na ně „ochranný“ přístup. Tento přístup společně s rozmachem počítačové techniky a s jistou mírou nedostatečné zručnosti či pohodlnosti žáků i učitelů pak vedou k nežádoucí náhradě významnějších prostředků a činností ve výuce prostředky sice méně vhodnými, ale modernějšími a bezpečnějšími.

Rámcové vzdělávací programy byly podrobeny nejedné kritice. Mezi nejznámější kritiky patří prof. Petr Piťha, který ve svém článku *Velká iluze českého školství* kritizuje nejen RVP⁵.

Dále se nad tím „*Co má znát a umět pedagog CMZUP*“ pozastavoval Jindřich Bečvář¹. Zjistil totiž, že podle postojů odpovědných institucí má učitel znát příslušný RVP a má být způsobilý navrhnout a zpracovat školní vzdělávací program (ŠVP). Tyto dvě požadované schopnosti je možno označit za nejkličovější ze všech uvedených kompetencí učitele. Pedagog prý má vstřebat RVP, rozpracovat jej a poté začlenit do ŠVP. Ovšem odpovědné instituce příliš nezdůrazňují, že by **pedagog měl předmět, který vyučuje, dobře ovládat, že by měl mít široký všeobecný přehled a nejvíce úsilí věnovat výuce a přípravě na ni**.

Další, kdo věnoval pozornost RVP, byl Ondřej Blažek². Ve svém blogu nazvaném *Pozor na moderní vyučovací metody à la RVP* varuje před přílišným podceňováním vědomostí ve vztahu k moderním vyučovacím metodám. Všimá si, že kdo **nemá dostatek vědomostí, méně přemýšlí, méně ví o světě kolem a méně se ptá**.

Kolem článků kritizujících RVP se vedly dlouhé diskuse. Zaujal mě názor, že „výhodou“ RVP je, že se neučí přímo podle něj, ale že se „rozpracovává“ do ŠVP, který si týmy učitelů vytvářejí samy. Rozhodně lze zpracovat kvalitní ŠVP, který nebude v rozporu s RVP. Je pak otázkou, jak dalece je takový RVP přínosný.

Učebnice chemie

Většina učitelů plánuje obsah a rozsah výuky s přihlédnutím k používané učebnici, která je informačním zdrojem jak pro žáky, tak pro učitele.

Pro srovnání učebnice chemie s RVP G jsem si vybrala publikaci **Chemie II pro gymnázia: organická a biochemie (Kolář a kol., 2005)**.

Učebnice je rozdělena podle oborů chemie na organickou chemii a biochemii. Část věnovaná organické chemii je uspořádána podle genetických souvislostí. V kapitolách biochemie oceňuji zastoupení nejen biochemie popisné, ale i biochemie dynamické a v jisté míře i funkční a organizační.

Autoři se snaží, aby tato učebnice ukázala chemii jako vědu empirickou. Počet rozmanitých zařazených pokusů je až nadprůměrný (hlavně v kapitolách organické chemie). Do kapitoly biochemie by bylo možné doplnit další pokusy. Všechny experimenty bych doporučovala „zviditelnit“ a učinit je atraktivnějšími (včleněním zajímavostí či motivačních obrázků a fotografií). Autoři výslovně nabádají k praktickému využití modelů organických sloučenin ve vyučování a k samostatné práci s modely.

Autorský kolektiv dále vyzývá k aktivnímu přístupu při získávání dalších informací a seznamuje s časopisy *Biologie–Chemie–Zeměpis*, *Chemické listy* a *Vesmír*.

Pozornost je věnována i bezpečnosti práce. V textu jsou uvedeny piketogramy, vysvětleny pojmy R-věty a S-věty a popsány příklady nebezpečných látek. Myslím, že by zde měl být vyhrazen alespoň minimální prostor také informacím, jak s danými látkami zacházet, popřípadě na co si dát při manipulaci s nimi pozor.

Prostor by bylo možné nalézt například na předsádce, která by také mohla být využita pro různé přehledy (názvy sloučenin a jejich charakteristické skupiny, pokusy,...). Dostatečné poučení žáků o manipulaci s chemikáliemi je nutné proto, aby žáci mohli s látkami zacházet bezpečně, s respektem a přitom *bez panické hrůzy*.

Za jednotlivými kapitolami jsou zařazeny *otázky a úkoly*, na konci knihy řešení většiny z nich. Nelze je však jednoduše opsat z výkladového textu, neboť vyžadují zamyšlení a následnou aplikaci poznatků.

Motivační funkci učebnice by bylo možné podpořit zařazením *herních listů* s chemickou tematikou (např. do přílohy), rozšířením počtu a rozmanitostí otázek a úkolů a zvýšením podílu motivačního obrazového materiálu.

Výkladový text je vztažen k praxi a grafické prostředky k ovlivňování pozornosti žáků jsou dobře využity. Snazšímu pochopení a zapamatování učiva v kapitolách organické chemie by patrně přispělo shrnutí nejdůležitějších poznatků na konci tematických celků. Podrobnější hodnocení dané učebnice je uvedeno v literatuře⁴.

Porovnání vybrané učebnice s RVP G je pro mne obtížné i proto, že byla napsána před vznikem RVP G.

V charakteristice a v cílovém zaměření vzdělávací oblasti v RVP G je mimo jiné deklarováno, že:

- žáci si mají osvojovat vybrané empirické i teoretické metody přírodovědného výzkumu a aktivně je využívat,
- žáci mají být vedeni, jak již bylo uvedeno, k „provádění soustavných a objektivních pozorování, měření a experimentů“ (RVP G, 2007, s. 26–7).

Pokud se budu řídit tím, co uvádí charakteristika a cílové zaměření vzdělávací oblasti, mám dojem, že:

- empirické metody přírodovědného vzdělávání jsou zanedbávány,
- žáci nemají dostatek možností „odkrývat metodami vědeckého výzkumu zákonitosti, jimiž se řídí přírodní procesy“ (RVP G, 2007, s. 25).

Pokud se budu řídit vzdělávacím obsahem, mám dojem, že:

- učivo vzdělávacího obsahu je popsáno natolik stručně a obecně, že učebnice předkládá dostatek materiálů k splnění očekávaných výstupů,
- vzdělávací obsah RVP G je formulován tak, že pro žáky daného věku může být obtížné splnit některé očekávané výstupy (např. „zhodnotí vlastnosti atomu uhlíku“, „aplikuje znalosti o průběhu organických reakcí na konkrétních příkladech“, „charakterizuje základní metabolické procesy a jejich význam“),
- učebnice v průměrné až nadprůměrné míře poskytuje návody k pokusům a nabádá k získávání vědomostí prostřednictvím modelování.

A na závěr – mou snahou bylo upozornit na rozporuplnosti v RVP G a na obecný nedostatek empirických metod ve vyučování chemii.

L i t e r a t u r a

1. BEČVÁŘ, J. *Co má znát a umět pedagog CMZUP*. 11. setkání učitelů matematiky všech typů a stupňů škol, Srní, 6.–8. listopadu 2008, dostupné na: <http://www.karlin.mff.cuni.cz/katedry/kdm/diskuse/becvar08nove.pdf>, on-line 25.2.2014
2. BLAŽEK, O. *Pozor na moderní vyučovací metody á la RVP*. 25. 4. 2011, dostupné na: <http://ondrejblazek.blog.respekt.ihned.cz/c1-51674760-pozor-na-moderni-vyucovaci-metody-a-la-rvp>, on-line 25.2.2014
3. KOLÁŘ, K., KODÍČEK, M., POSPÍŠIL, J. *Chemie pro gymnázia II – organická a biochemie*. 2., upr. a doplň. vyd. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, a. s., 2005, 128 s. ISBN 80-723-5283-0.
4. MIARKOVÁ, E. *Komparace učebnice chemie pro gymnázia, RVP G a subjektivní představy ideální učebnice*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, katedra chemie a didaktiky chemie, 2013. 46 s. závěrečná práce.
5. PÍTHA, P. *Velká iluze českého školství*. Pedagogické dny na Univerzitě Hradec Králové, 25. 4. 2008, dostupné na: <http://stolzova.deml.cz/view.php?cisloclan-ku=2008041701>, on-line 25. 2. 2014.
6. RVP G – KOLEKTIV AUTORŮ. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2007, 104 s. ISBN 978-80-87000-11-3.

Tato práce vznikla za podpory Programu rozvoje vědních oblastí na Univerzitě Karlově PRVOUK-P24/LF1/3.

RNDr. Eva Miarková, Ph.D., Ústav patologické fyziologie I. LF UK v Praze

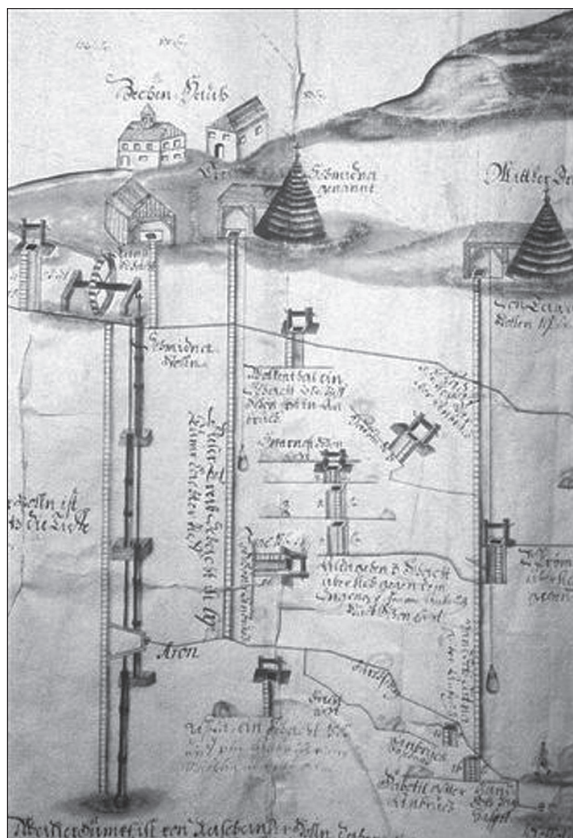
A look of a chemist at framework educational programme and chemistry textbooks for secondary grammar schools

STŘÍBRO – KOV, KTERÝ OVLIVNIL DĚJINY LIDSKÉ SPOLEČNOSTI

Vlastnosti a geochemie stříbra

Stříbro je bílý, stříbrolesklý, dobře lešitelný ušlechtilý kov, který krystaluje v krychlové soustavě. Tvar si zachovává dokonce i v koloidním stavu. Vyznačuje se hákovitým lomem bez štěpnosti, je poměrně těžký – hustota 10,1 až 11,1 g . cm⁻³, poměrně snadno tavitelný – 960 °C a jeho tvrdost se pohybuje mezi 2,5 a 3 (mezi mědí a zlatem).

Stříbro je po zlatu kovem s největší kujností a tažností – z 1 kg lze zhotovit až 2 km dlouhý drát, který si zachovává ohebnost a tvarovatelnost. Dalším „nej“ je nejvyšší tepelná a elektrická vodivost mezi kovy.



Lancknerova mapa dolu Kaňk u Kutné Hory z roku 1665

Nepříjemnou vlastností stříbra v porovnání se zlatem je chemická nestálost povrchu. Slučuje se totiž snadno s všudypřítomným sulfanem (dříve sirovodíkem) na černý sulfid, který je podstatou postupného šednutí až zčernání stříbra.

Geochemie stříbra je podobná geochemii mědi, je však podstatně jednodušší. Jeho ionty mají pouze oxidační číslo 1 (jsou jednomocné). Ze známých minerálů jsou nejčastější sulfidy, méně časté halogenidy. Z oxidických sloučenin je známý v podstatě pouze *argentojarosit* (několik dalších je raritně vzácných). Stříbro má velkou afinitu k telluru a selenu, též k antimonu a arsenu. Jsou to většinou minerály kovového nebo polokovového charakteru.

Stříbro má velkou schopnost redukovat se na ryzí kov, kterého se v přírodě vyskytuje poměrně velké množství. Ve všech geochemických prostředích je méně stříbra než mědi. Goldschmidt (1954) udává obsah stříbra v železných meteoritech 2 až 5 g/t v troilitu, Schindewolf a Wahlgren (1960) udávají obsah v chondritech na 0,09 g/t.

Obsah stříbra v zemské kůře stanovil Goldschmidt (1937) na 0,1 g/t. Podobné hodnoty – 0,08 g/t – uvádějí i Hamaguchi a Kuroda (1959); podle nich jsou také průměrné hodnoty pro hlavní typy magmatických hornin (g/t): ultrabazity – 0,06; gabra – 0,11; bazalty – 0,11; andezity – 0,08; diority – 0,05; granodiority – 0,05; granity – 0,037.

Stříbro je v těchto horninách patrně vázané na akcesorické sulfidy. V počátečních, z magmatu vykrytalovaných sulfidech je velmi málo stříbra. V primárních sulfidech se stříbro akumuluje až při hydrotermálních procesech, a to při poměrně nízkých teplotách.

Veškeré stříbro většinou pohltní sulfid olovnatý – galenit, proto je ve všech typech ložisek galenit víceméně stříbronosný. Obsahuje většinou 0,1 až 0,3 %, výjimečně až 1 % stříbra, proto je galenit jedním z jeho hlavních nositelů ve světové produkci.

V nízké temperovaných podmínkách nebo v rychle chladnoucích roztocích může stříbro tvořit vlastní minerály, nejčastěji argentit (akantit) – Ag_2S . V těchto roztocích většinou vzrůstá koncentrace antimonu a arsenu, s nimiž stříbro vytváří silné soli, např. *proustit*, *pyrargyrit*, *stefanit*, *polybazit*.

Při hypergenních procesech se stříbro oxiduje a mění se na rozpustný sulfát, který reaguje v cementační zóně s primárními sulfidy. Hlavním supergenním minerálem bývá obvykle *akantit*, ale za přítomnosti antimonu vzniká i *pyrargyrit*, *stefanit* aj. Často v tomto systému bývá sulfát železa, který umožňuje vysrážení ryzího stříbra. Do moře se dostává jen nepatrné množství stříbra (průměrně 0,000 3 g/m³ mořské vody).

Krátce z historie stříbra

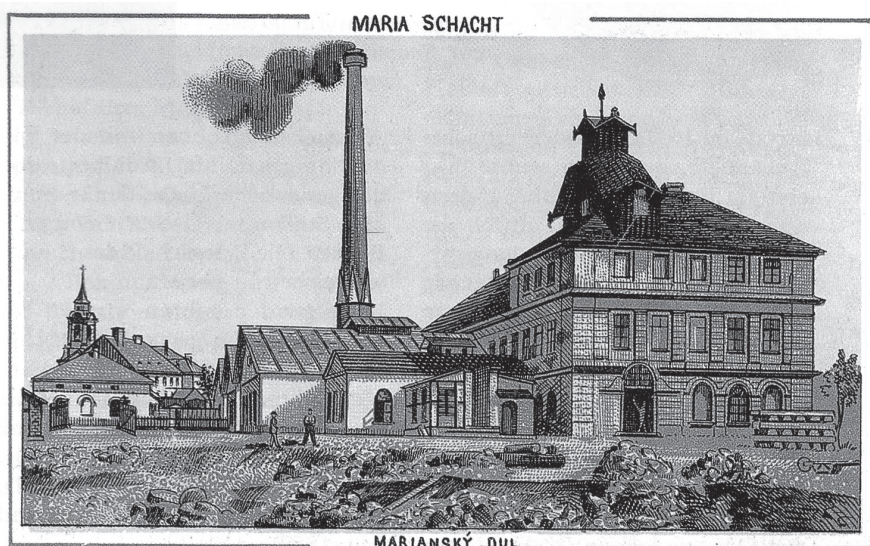
Stříbro se sice vyskytuje v přírodě i v ryzím stavu, ale zdaleka ne v takovém množství jako zlato. Podle archeologů mělo být stříbro v pořadí třetí kov, po zlatu a mědi, s nímž se lidstvo seznámilo, a sice asi v době kolem roku 4000 př. n. l.

K nejstarším stříbrným artefaktům patří nálezy na území kdysi slavného Babylonu, jednoho z mnoha rozvinutých a bohatých městských států dávné Mezopotámie, kde tamější kovotepci vyráběli šperky již před více než 6000 lety. U Sumerů, Akkadů a Asyřanů se stříbro využívalo i jako platidlo. Dokonce již na přelomu 3. a 2. tisíciletí př. n. l. se ve starověké Mezopotámii upevnila převaha směnné hodnoty stříbra nad mědí, a kov se tak stával znakem bohatství a společenského významu.

Naopak staří Egypťané tímto kovem nikterak neoplývali, zřejmě pro jeho malý výskyt v oblasti říše na Nilu, a označovali jej prostým slovem „bílý“. Někteří tamní kněží – učenci dokonce stříbro považovali za světlou a nepřilíš žádanou formu božského zlata. Výjimkou je pouze období Staré říše (2700–2270 př. n. l.), kdy stříbro mělo po celou dobu jejího trvání větší hodnotu než zlato. Ovšem o tisíc let později mělo zlato již cenu více než trojnásobnou.

Přestože bylo stříbro brzy odsunuto zlatem na druhé místo, ovlivňovalo až do počátku 19. století politiku a hospodářství tak silně jako žádný jiný kov. Stříbrné doly v Laurionu velmi přispěly k vedoucímu postavení Athén a Řecka v antickém světě. Hlavním dodavatelem stříbra pro Římany bylo Španělsko, jehož doly původně náležely Kartágu. Stříbro bylo proto patrně i jednou z příčin punských válek. Význam stříbra zřetelně stoupl ještě v období arabské nadvlády ve Španělsku, v severní Africe a ve střední Asii. Středověké Německo vděčilo za své tehdy dominantní postavení z velké části tomu, že až do objevení Ameriky produkovalo zhruba tři čtvrtiny stříbra tehdejšího světa. Kolem roku 968 bylo objeveno vydatné ložisko v Rammelsbergu u Goslaru, jež slavilo rozkvět ve století jedenáctém a dvanáctém. V Sasku se těžilo stříbro od roku 920. Dolování stříbra ve Freibergu začalo roku 1163, dosáhlo vrcholu v 15. a 16. století a teprve roku 1913 byly zdejší doly uzavřeny. Úpadek stříbrných dolů v Evropě nastal až na počátku novověku, po objevu bohatých stříbrných ložisek v Americe. Pozdější objevy severoamerických ložisek přispěly k rozvoji amerických států, k nákupu území od tehdejších velmocí a ke sjednocení do kontinentální velmoci Spojených států amerických. V současnosti přibývají obří ložiska již jen v oblastech dříve neobydlených, jako jsou Sibiř nebo pouštní oblasti Austrálie.

Stříbro bylo od pravěku až po první desetiletí 19. století převládajícím mincovním kovem. V mincovnictví se tehdy spotřebovala asi třetina vy-



Mariánský důl v Příbrami (počátek 20. století)

těženého stříbra. Poměr ke zlatu byl asi 15 : 1 a zůstával po staletí konstantní. I bohatství Nového světa tvořilo z velké většiny stříbro. Španělské lodi vracející se do vlasti byly nazývány „stříbrná flotila“. Velmi bohatá ložiska se nacházela v Peru, Kolumbii, a hlavně v Mexiku, ale i v USA. Celý americký kontinent produkuje dohromady téměř 80 % všeho dnes těženého stříbra.

Nejstarším způsobem získávání stříbra z rud je *kupelace* (odhánění) s olovem. Tento proces je známý již asi 2500 let. Stříbrné rudy se při něm taví s přídavkem olova nebo olověné rudy. Vznikající tavenina se povrchově oxiduje vzduchem v otevřených pecích a vzniklý kleit (PbO) se nechává odtékat. Stříbro zůstává.

Staroegyptský název stříbra je *had*, bílý, v Uru, kolem roku 2000 př. n. l., se stříbro označovalo *ku-babbar* (ku = čistý, babbar = bílý). Řecký název *argyros* značí rovněž bílý, zářivý, a z něho byly patrně odvozeny románské názvy stříbra. Kořen je podle všeho třeba hledat v sanskrtu, kde *arj-una* znamená světlo, *raj-ata* bílý. Problematictější je to s vysvětlením slov germánských: anglického *silver*, německého *Silber*, dánského *Sølv*, starého gótského *Silubr* a dalších. Existuje domněnka, že se za nimi skrývá asyrské *sarpon*, přesněji *si-ra-pi-im*, značící opět bílý kov. Slovanská terminologie, české *stříbro*, staroslověnské *srebro* atd., má zřejmě svůj kořen v jazycích germánských. Je tu ale možná i spojitost s ruským *serp* či staroslověnským



Důl Josef v Jáchymově (historická pohlednice)

srp, čímž je míněn srpek měsíční. Není to nepravděpodobné vysvětlení, uvážíme-li, že stejně jako ostatní kovy známé v té době mělo i stříbro své nebeské těleso – Měsíc (Pařízek 2009; Zýka a Karpenko 1984).

Výskyt stříbra ve světě a jeho těžba

Stříbro je typický minerál hydrotermálních rudných žil. Jeho výskyty lze rozdělit do dvou velkých skupin: stříbro hypogenního původu (včetně cementačního) a stříbro původu supergenního. Nejlepší vzorky stříbra poskytla asociace Ag-Co-Ni, zastoupená známým ložiskem Kongsberg v Norsku. Stříbro zde tvoří silně pokroucené dráty až 40 cm dlouhé, plechy s trojúhelníkovitými krystaly a kubické krystaly až 4 cm velké. Masy stříbra dosáhly hmotnosti až jedné tuny. Skromnější vývoj má stříbro ve vogézkém Sainte Marie-aux-Mines ve Francii a v harzském Andreasbergu v Německu. Dnes snad nejbohatší nálezy ryzího stříbra poskytuje revír Kobalt v Ontariu (Kanada), kde je stříbro ve formě zarostlých plechů a drátů až 10 cm velkých podstatnou složkou žil. Další vynikající nálezy pocházejí z ložisek asociace Ag-As-Bi-Co-Ni v Krušných horách (u nás v Jáchymově, Měděnci, na saské straně ve Freibergu, Annabergu, Schneebergu aj.). Pěkné vzorky pocházejí z polymetalických a zlato-stříbrných žilných ložisek mladých pásemných pohoří, vázaných na terciérní vulka-

no-intruzivní komplexy. Jedná se např. o revír Tintic v Utahu, kde se nachází ložisko Gemini, reprezentující snad největší těžbu stříbra na jednom ložisku. V chilských Andách tvoří stříbro s Ag-halogenidy hojná bohatá povrchová ložiska, tzv. *colorados*. Z četných lokalit v Mexiku (hlavně v Sonoře a Zacatecasu) vyniká lokalita Batopilas (Chihuahua) s krásnými dráty a stroměčky stříbra. Ojedinělý světový výskyt stříbra představují ložiska mědi revíru Keweenaw nad Hořejším jezerem, vázaná na výlevy melafyrů. Stříbro zde tvoří nejen stroměkovité a dendritické agregáty, ale i skupiny až přes 1 cm velkých krystalů.

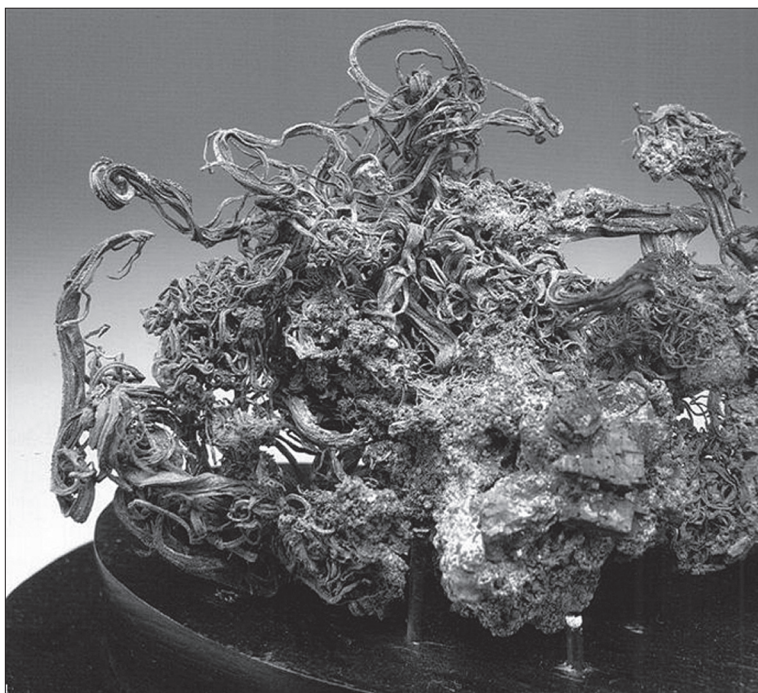
Produkce významných ložisek stříbra ve světě (Grappe 1976; Shepherd 1993 in Šrein et al. 2003)

Důlní oblast – lokalita	Stát	Množství Ag (t)
Pachuca-Réal del Monte	Mexiko	46 700
Coeur d'Alene	USA	45 000
Butte	USA	44 120
Cerro de Pasco	Peru	38 300
Potosi	Bolívie	36 000
Zacatecas	Mexiko	27 000
Imiter	Maroko	8 500
Freiberg	Německo	6 000
Laurion	Řecko	4 800
Rammelsberg	Německo	3 700

Stříbro v českých zemích

Těžba stříbra v českých zemích má bohatou historii. Podrobnější písemné zmínky o dolování tohoto kovu se dochovaly z 12. století. O získávání stříbra do královských pokladnic z vlastních zdrojů předchozí doby lze pouze spekulovat, i když z 10. století pocházejí první české stříbrné *denáry*. Již před začátkem 13. století je jako největší báňské středisko uváděna Jihlava, kde mohlo být postupem času vytěženo až 500 tun vzácného kovu. Do tohoto odhadu je připočtena i produkce dolů kolem Havlíčkova Brodu. Posléze se veškerá hornická činnost soustředila na další slibné ložisko v Kutné Hoře. Královská kutnohorská mincovna razila od roku 1300 proslulé *pražské groše*. Celkem mohly kutnohorské rudní žíly poskytnout na 2 500 tun stříbra. V kutnohorském revíru bylo také v 16. století poprvé na světě dosaženo hloubky 500 metrů.

Velmi bohaté žíly objevili kolem roku 1516 prospektoři v okolí Jáchymova, hornického městečka, jehož sláva je novodobě spojována s uranovou rudou, lázeňstvím a nechvalně známými pracovními lágry pro osoby nesympatizující s bývalým komunistickým režimem. Říkalo se, že jáchymovské stříbrné rudy byly objevovány téměř „pod dnem“ nebo v koře-



Stříbro z Ratibořských Hor, velikost 7 cm

nech vyvrácených stromů, a proto se často označovaly jako *rudy drnové*. Byly uváděny nálezy takových kusů surového stříbra, že jejich přepočtená hmotnost představovala dva soudobé metrické centy. Podle odhadů bylo v krušnohorském revíru za téměř 400 let vytěženo na 500 tun bílého kovu, který zásoboval tamější mincovnu, proslulou ražbou jáchymovských tolarů. Ryzí stříbro zde horníci často nacházeli v podobě drátů, vzácně až 30 cm dlouhých. Lokalita se rovněž proslavila vynikajícími ukázkami krystalů ušlechtilých stříbrných rud, kterými se pyšní mnohá evropská muzea a soukromé sbírky. Absolutně největší objem stříbra však poskytla ložiska v Příbrami a jejím okolí, kde však došlo k hlavním těžebním aktivitám až na konci 18. století, kdy hodnota i význam stříbra byly podstatně nižší než v období před zámořskými objevy.

Celkovou produkci stříbra v českých zemích odhadl Kořan (1971) na minimálních 6600 tun, skutečnost však byla patrně vyšší. Kutná Hora, Jáchymov a Příbram se na tomto odhadu podílejí více než 90 %. Objemy odhadu produkce jednotlivých ložisek jsou uvedeny v následující tabulce (Kořan 1971):

Lokalita	Období	Stříbro v kg
Jihlava, Havlíčkův Brod, Kutná Hora	1250–1290	200 000
Jihlava, Havlíčkův Brod	1290–1350	180 000
Kutná Hora	1290–1800	2 500 000
Ratibořské Hory	1380–1867	90 000
Mladá Vožice		5 000
Rudolfov	1547–1853	46 300
Příbram	1520–1950	3 021 000
Stříbrné Hory, Hory Matky Boží	1328–1541	13 000
Jáchymov	1516–1899	500 000
Písečnice	1530–1620	13 500
Vejpřty		5 000
Potůčky aj.		1 500
Hora Sv. Kateřiny		5 000
Mikulov, Hrob		5 000
Celkem		6 585 300

Závěrem několik vět o minerálech stříbra

V současné době je celosvětově evidováno téměř 170 minerálních druhů, které ve svém vzorci obsahují stříbro. Většina patří mezi sulfidy a obdobné sloučeniny, menší množství mezi prvky, jejich slitiny a halogenidy. V České republice dosáhl počet minerálů stříbra téměř sedmdesátky, přičemž 11 druhů bylo na našem území popsáno jako prvonaálezy: *akantit*, *argentopyrit* a *sternbergit* – Jáchymov; *koutekit* a *kutinait* – Černý Důl v Krkonoších; *heyrovskýit* – Hůrky u Čisté; *fischesserit* a *hakit* – Předbořice u Milevska; *diaforit* a *zoubekit* – Příbram; *litochlebit* – Zálesí u Javorníka (Pauliš a Kopecký 2012).

V České republice patří k nejzajímavějším minerálům stříbra především jeho ryzí forma, tvořící dráty, plíšky, dendritické, celistvé a kostrovité agregáty. Nejznámějšími našimi nalezišti, kde se v minulosti objevovaly krásné drátovité i celistvé agregáty stříbra, jsou jeho historická ložiska, především Jáchymov a Příbram. K významným nálezům stříbra novějšího data patří nálezy jeho velkých akumulací v příbramském uranovém revíru, kde byly objeveny velké masivní kusy o hmotnosti až 20 kg. Ryzí stříbro často provází dvě modifikace Ag_2S – *akantit* a *argentit* (stabilní je nad 179 °C), tvořící tmavošedé, kujné, na čerstvém lomu kovově lesklé černající zrnité agregáty a až několik cm velké jehlicovité či kubické krystaly. Sběratelsky velmi ceněné jsou dva podobné minerály – proustit (Ag_3AsS_3) a pyrargyrit (Ag_3SbS_3). Proustit, dříve též označovaný jako jasnorudek, je purpurově červený, na světle však tmavne. K nejkrásnějším patřily vzorky z Jáchymova, kde se v dutinách ryzího arsenu nacházely jeho krásné, karmínově červené, až 5 cm velké hojnoploché sloupcovité krystaly. Pyrargy-

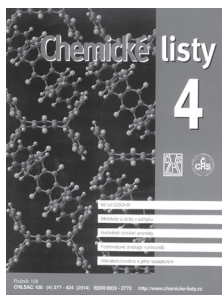
rit, dříve temnorudek, temně červený, na světle tmavnoucí a nabíhající do modročerna, se v kvalitních krystalech vyskytoval především v příbramském polymetalickém revíru. Z dalších stříbrných minerálů, které se na našich ložiscích a lokalitách ve větší míře vyskytovaly, můžeme ještě jmenovat stříbrem bohatý tetraedrit a freibergit, stefanit, polybazit, miargyrit a dyskrazit.

L i t e r a t u r a

- Goldschmidt, V. M. (1937): Geochemische Verteilungsgesetze der Elemente. – Arten. Skr. Norske Vidensk. – Akad. Oslo.
- Goldschmidt, V. M. (1954): Geochemistry. – Clarendon Press. Oxford.
- Hamaguchi, H., Kuroda, R. (1959): Silver content of igneous rocks. – Geochem. Cosmoch. Acta, 17, 44.
- Kořan, J. (1971): Produkce stříbra v českých zemích v minulosti. – Symp. Hornická Příbram ve vědě a technice, sekce Stříbro v dějinách, technice a umění, 1–24. Příbram.
- Pařízek, J. (2009): Stříbro – černající stín mocného zlata. – Minerální suroviny, 2. Brno.
- Pauliš, P., Kopecký, S. (2012): Minerály stříbra a jejich lokality v České republice 1. a 2. díl. – Kuttna, Kutná Hora.
- Schindewolf, U., Wahlgren, M. (1960): The rodium, silver and indium content of some chondritic meteorites. – Geochem. Cosmoch. Acta, 18, 36.
- Šrein, V., Šťastný, M., Šreinová, B. (2003): Stříbro a Čechy okolo roku 1000. – Bull. Mineral. – Petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha), 11, 33–39.
- Zýka, J., Karpenko, V. (1984): Prvky očima minulosti. – Práce, Praha.
- (Citace literatury jsme ponechali v původní verzi.)*

Ing. Petr Pauliš

Silver – a metal that influenced the history of human society



Ve 4. čísle časopisu **CHEMICKÉ LISTY** najdete za úvodníkem o **60. výročí**

Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR
výběr článků se zajímavými informacemi o jeho výzkumném programu.

VNITŘNÍ MIGRACE V ČR – ODRAZ GEOGRAFICKÉ ORGANIZACE SPOLEČNOSTI

Geografická diferenciacie obyvateľstva je kromě prirodzeného prírústku či úbytku ovplyvnená migráci. Ta je významnou súčasťou regionálnych procesů, ktoré spoluutvárajú geografickú organizáciu spoločnosti. Vliv migrace na úrovni celé České republiky je relativně okrajový, avšak má podstatný význam na úrovni místních regionů a obcí. Významně totiž ovplyvňuje *regionální diferenciaci věkového složení obyvatel*. Svou komplexní podmíněností představuje důležitý *indikátor regionálního rozvoje*. Současně je procesem, který působí na řadu dílčích, především socioekonomických dějů.

Stěhování ovplyvňuje absolutní počet obyvatel, ale uplatňuje se také při formování demografických, sociálních i sociokulturních struktur obyvateľstva okresů. Migrace má stále posilující vazbu na *trh práce* a na *sociální stabilitu* v lokální i regionální úrovni. Z ukazatelů **míry migrace** lze usuzovat také o *perspektivních pracovních a životních podmínkách* v okrese, které motivují migraci. Obecně platí, že nejvyšší migrační mobilitu vykazují mladí lidé ve věku 20 až 35 let a osoby s vyšším stupněm vzdělání.

Období do roku 1989

Dlouhodobý vývoj migrace na území České republiky byl ovplyvnen specifikou politickou a ekonomickou situací po druhé světové válce. Poválečný vývoj dlouhodobě poznamenal odsun obyvatel německé národnosti a následné dosídlováním pohraničí (Kühnl, Pavlík, 1981).

Dalším důležitým faktorem byly tendence socialistického centrálního plánování, které vedly k poklesu migrační mobility. Významnou roli v tomto směru sehrála tzv. **středisková soustava osídlení**, jejíž koncept se stal od 70. let minulého století důležitým nástrojem plánovitého rozvoje vybraných malých a středních měst. Právě malá a střední města vykazovala v období 1960–1989 nejvyšší intenzitu migračního prírústku (srov. Čermák, 2001). Preferována byla pouze některá větší města s důležitou ekonomickou funkcí (především v oblasti severočeské uhelné pánve a Ostravska).

Období po roce 1989

Pokles migrační mobility pokračoval i v prvních fázích transformačního období po roce 1989. Teprve od konce 90. let 20. století dochází, především vlivem zlepšení situace na trhu s byty, k jejímu postupnému nárůstu. Toto období je spojeno s masivním rozvojem **suburbanizačních procesů**, které se po roce 2000 stávají rozhodujícím faktorem ovlivňujícím migrační vztahy v rámci České republiky. Trendem uplatnění dekoncentračních (suburbanizačních) procesů jsou *nejvyšší roční migrační přírůstky v okresech Praha-západ, Praha-východ, Beroun, Brno-venkov, Plzeň-sever, Plzeň-jih*, tedy v územních jednotkách ležících v zázemí největších městských center.

Nejvýznamnější území s vysokými migračními zisky se tak vytvářejí ve středočeském prostoru, na které se ještě napojuje oblast Plzeňska. Další významné migračně atraktivní území se zformovalo v oblasti brněnské aglomerace. Na mikroregionální úrovni se pak vytváří významná polarita mezi **migračně ztrátovými jádry aglomerací** a jejich **ziskovým zázemím**. Tento proces se postupně rozšiřuje i do menších metropolitních oblastí České republiky a vykazuje všechny aspekty **rezidenční suburbanizace**.

Naopak migračně ztrátová jsou především města s více než 10 tisíci obyvatel a venkovské obce periferně lokalizovaných oblastí. Jedná se především o *pohraniční území* západních a jihozápadních Čech a severní Moravy. Další oblastí je tzv. *vnitřní periferie*, kam je možné zahrnout především území okolo hranic Středočeského kraje a česko-moravské pomezí. Pro tyto oblasti je typická nedostatečná úroveň technické a sociální infrastruktury a slabý ekonomický potenciál s nedostatečnou nabídkou pracovních míst.

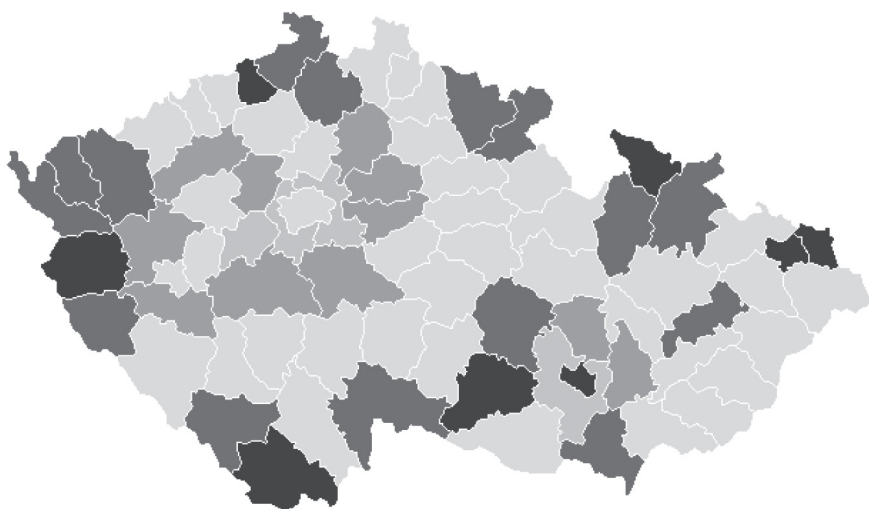
Disparity míry migračního salda na úrovni okresů ilustruje tabulka a obrázek. Z analýz celkem deseti shluků okresů České republiky byly záměrně vybrány ty, které vykazují nejvýraznější rozdíly.

Objem vnitřního stěhování se v roce 2012 meziročně zvýšil o 1,1 tisíce obyvatel, celkem bylo zaznamenáno 232,8 tisíce změn trvalého bydliště mezi obcemi uvnitř republiky (v roce 2011 změnilo své bydliště 231,7 tisíce osob v České republice).

V průběhu let 2001–2011 se mezi obcemi přestěhovalo více než 2,4 milionu obyvatel ČR. Tyto osoby nadále zůstávají na území České republiky, významně však působí na změnu složení obyvatelstva na nižších úrovních územního členění. Vzhledem k odlišným charakteristikám bydlících a stěhujících se osob dochází ke změnám struktury obyvatel ČR i menších územních celků, kde migrační aktivita působí na změny ve složení obyvatelstva ještě výrazněji.

Přehled modelových okresů (shluků) podle úrovně migračního salda

Pořadí shluku podle migračního salda	Okresy shluku
1. shluk výrazně kladné migrační saldo (v průměru 18,24 ‰)	Praha-západ, Praha-východ, Beroun, Brno-venkov
2. shluk kladné migrační saldo (v průměru 5,56 ‰)	Kladno, Plzeň-sever, Plzeň-jih, Mladá Boleslav, Louny, Nymburk, Kolín, Benešov, Příbram, Vyškov, Blansko
9. shluk záporné migrační saldo (v průměru -1,86 ‰)	Domažlice, Prachovice, Jindřichův Hradec, Cheb, Karlovy Vary, Sokolov, Děčín, Trutnov, Česká Lípa, Náchod, Žďár nad Sázavou, Přerov, Šumperk, Bruntál, Hodonín
10. shluk výrazně záporné migrační saldo (v průměru - 4,17 ‰)	Karviná, Jeseník, Ostrava-město, Brno-město, Český Krumlov, Tachov, Ústí nad Labem, Třebíč



Prostorová diferenciacie migračního salda záměrně vybraných okresů (shluků) České republiky

V roce 2012 bylo mezi stěhujícími se obyvateli v rámci České republiky 47 % mužů a 53 % žen. Stejně jako u zahraničního stěhování jsou i osoby stěhující se uvnitř republiky v průměru mladší než celková populace. Jejich průměrný věk byl v roce 2012 u mužů 30,1 roku, u žen 31,2 roku. Byl tedy zhruba o 10 let nižší než průměrný věk mužů a žen v celé České republice.

Mezi kraji se v období mezi posledními dvěma sčítáními přestěhovalo 888,8 tisíce osob. Existuje tak dohromady 182 možných migračních proudů. Z těchto proudů jich 18 překročilo jednocentní hranici (tedy přibližně 9 tisíc osob). Nejpočetnější migrační proudy byly ve zkoumaném období z Prahy do Středočeského kraje (146,7 tisíce osob, 16,5 % celkové mezikrajské migrace let 2001–2011), ze Středočeského kraje do Prahy (68,7 tisíce osob), z Ústeckého kraje do Prahy (21,5 tisíce osob), respektive do Středočeského kraje (15,3 tisíce osob), z Jihomoravského kraje do Prahy (14,7 tisíce osob) a z Prahy do Ústeckého kraje (14,0 tisíce osob).

Shrnutí

Z prostorového hlediska je zajímavé zejména porovnání migračně ziskových a ztrátových území a vzdělanostní úrovně migrujících. Obecně platí, že vyšší migrační aktivitu (i na větší vzdálenosti) vykazují vysokoškolsky vzdělané osoby v mladším věku do 35 let. Migrace obyvatelstva s vyšším vzděláním způsobuje *nárůst sociálně prostorové diferenciaci* v České republice, posilování území s vyšším a oslabování území s nižším sociálním statusem.

V migračním vývoji se ve sledovaném období projevují patrné trendy.

- Je možné zaznamenat postupný zvrat v migrační bilanci velikostních kategorií obcí (tradiční model koncentračních proudů z menších velikostních skupin do větších je plně změněn převažující dekoncentrační orientací migračních procesů).
- K nejdůležitějším faktorům ovlivňujícím migrační meziregionální mobilitu patří především ekonomické podmínky (hlavní migrační proud z jadra do zázemí je postupně stále více profilován jako stěhování manželských párů ve věku 30 až 45 let s vyšší úrovní dosaženého vzdělání a s nízkým počtem dětí).

Sociální procesy v České republice se významným způsobem projevují v mechanickém pohybu obyvatelstva. Zřejmé jsou ale prostorové i technické limity dalšího územního rozvoje zázemí větších měst a ekonomické nároky na budování potřebné infrastruktury.

Použitá literatura

- ČERMÁK, Z. *Vývoj migrační mobility v devadesátých letech v České republice.*
In: HAMPL, M. a kol.: *Regionální vývoj: specifika české transformace, evropská integrace a obecná teorie.* Praha, Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, 2001, s. 87–98.
- KÜHNL, K., PAVLÍK, Z. Selected Feature of Internal Migration in Czechoslovakia, 1950–1978. In *Acta Universitatis Carolinae – Geographica*, Praha: UC, 1981, roč. 16, č. 2, s. 3–24.

PhDr. Dana Hübelová, Ph.D., doc. RNDr. Svatopluk Novák, CSc.

Internal migration in the Czech Republic – a reflection of the geographical organization of society

Higher migration activity (even for longer distances) is exhibited by university-educated people at a younger age of up to 35 years. Migration of population with higher education causes an increase of socio-spatial differentiation in the Czech Republic, the strengthening of areas with higher social status and the weakening of areas with a lower one.

SLEPENCOVÉ SKÁLY NA MORAVĚ

Zatímco skalní města a jiné útvary v pískovcích svrchnokřídového stáří patří k nejatraktivnějším a v rámci školních výletů a exkurzí nejnavštěvovanějším místům naší vlasti, přírodní výtvoři v ostatních usazených horninách – sedimentech – už tak známé nejsou. Platí to i pro rozličné skalní výchozy ve slepencích, z nichž mnohé patří k pozoruhodným geologickým zajímavostem.

Hrubozrnná hornina slepenec

Slepenec neboli **konglomerát** je pevná usazená úlomkovitá (klastická) hornina, ve které převažují úlomky větší než 2 mm. Její nezpevněnou obdobou je šterk. (Pro obdobu slepenců tvořenou nezaoblenými (ostrohrannými) úlomky se užívá též termín *brekcie*.) Zpevňujícím materiálem je obvykle jemnozrnný tmel (tzv. *matrix*), který bývá jílovitý, karbonátový, kaolinický, železitý, křemitý atd. Podle nerostného složení úlomků se slepence dělí na *monomiktní*, tvořené úlomky jen jednoho druhu (např. křemenné slepence), a *polymiktní*, s úlomky rozličných nerostů a hornin (v petrologii se samozřejmě užívá podrobnější typologie).

Na území České republiky jsou zastoupeny slepence z různých geologických období – od mladšího období starohor (např. v oblasti Barrandienu

a Železných hor) přes starší a mladší prvohory, druhohory (zejména svrchní křídou) až po třetihory.

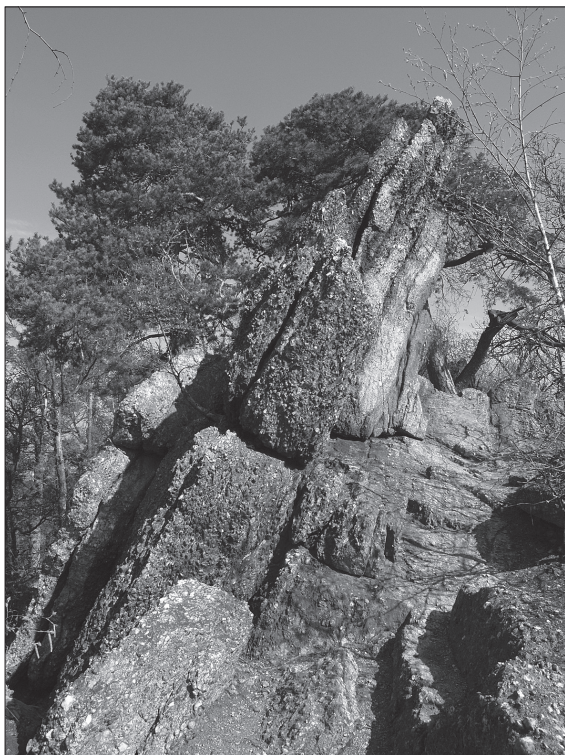
Řada pozoruhodných lokalit slepencových skal se nachází i na různých místech na Moravě, kde jsou mnohé z nich součástí chráněných území.

Tento příspěvek přibližuje lokality, které lze využít i v rámci zeměpisných nebo geologicky zaměřených exkurzí.

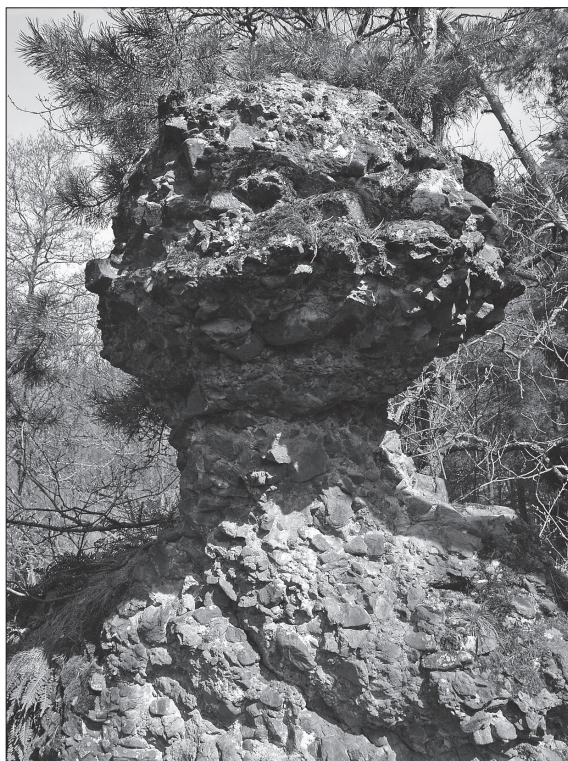
„Babí skály“ na prahu Moravského krasu

Návštěvu Moravského krasu a jeho krápníkového podzemí lze spojit s prohlídkou dvou slepencových skalních partií – **Babí lom** a **Krkatá baba**, dostupných krátkými odbočkami ze silnice I/43 (Brno–Svitavy).

Pod názvem **Babí lom** je uváděn úzký, ve směru J–S asi 2 km dlouhý skalnatý hřeben, dominující zhruba 10 km severně od Brna západním okrajům Dražanské vrchoviny. Prochází jím červeně značená cesta z *Lelekovic* kolem volně přístupné rozhledny, nabízející kruhový výhled do širokého



Skalnatý hřeben Babí lom ze vzpříčených vrstev slepenců



Útvar Krkatá baba z brekcie permského stáří

okolí. Vrcholovou část hřebene tvoří soustava příkře skloněných (k západu), místy doslova ostrých skalních břitů a věží, tvořených červenofialovými slepenci, tzv. *bazálními klastiky* prvohorního (zejména devonského) stáří. Hlavní složkou slepenců jsou křemenné oblázky (o velikosti až 10 cm), spojené různorodým tmelem. Skalní výchozy jsou značně rozčleněné mrazovým zvětráváním podle vrstevních lavic a puklin. Úpatí je proto lemováno souvislou sutí ze zřícených balvanů, které leží i v nižší části svahů. Malebnost této skalní partie, chráněné v přírodní rezervaci Babí lom, zvýrazňuje hodnotný porost bukové dubiny s bizarně pokřivenými borovicemi. Poblíž vrcholové partie (562 m) je křižovatka značených cest, odkud červené značení pokračuje přes Vranov (se známým církevním areálem) a údolí Svitavy (se zříceninou Nového hradu) do Moravského krasu; modře značená cesta klesá do obce Podlesí při výše zmíněné silnici I/43.

Poněkud odlišným útvarem je nevelké seskupení slepencových skal **Krkatá baba** v údolí potoka Lubě, asi 1,5 km jižně od stejnojmenné obce

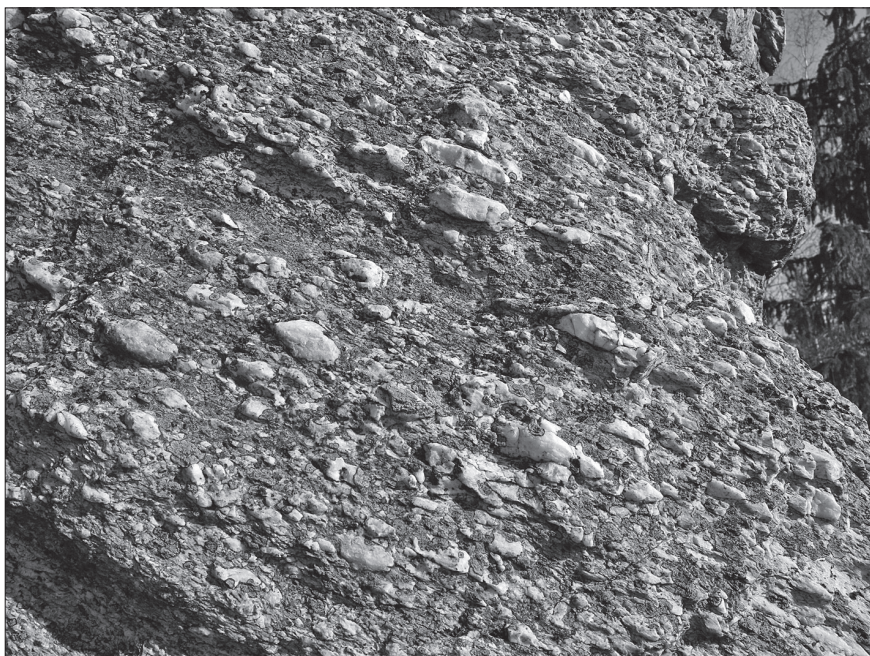


Skalní okno vzniklé zvětráváním rokytenských slepenců v PR Břenčák

(při silničních odbočkách z Černé Hory nebo Milonic). Potok Lubě se na východním okraji Českomoravské vrchoviny zařezává do hnědočervených usazených hornin permského stáří, které místy vystupují na údolních svazích. Nejvýraznějším výchozem je Krkatá baba při levém břehu potoka (a červeně značené cestě z obce Lubě), chráněná i s okolními útvary ve stejnojmenné přírodní památce. „Vlastní“ Krkatá baba, připomínající bizarní hlavu na protáhlém krku, tvoří vrcholovou část asi 8 m vysokého skalního ostrohu. Jde o tvar vzniklý postupným zvětráváním nesourodé horniny, složené hlavně z křemenných úlomků (až několik desítek cm velkých); ty jsou většinou ostrohranné, proto lze horninu považovat za brekci. Pítoreskní skalní seskupení, skryté v málo navštěvovaném zákoutí, je opředeno několika lidovými zkazkami.

Krumlovské a rokytenské slepence

Předchozí lokalita (Krkatá baba) geologicky patří do boskovické brázdy, vyplněné zejména usazeninami permského, popřípadě karbonského stáří (např. v rosicko-oslavanské pánvi s dřívější těžbou černého uhlí). V souvrství permských sedimentů, projevujících se charakteristickým červeným

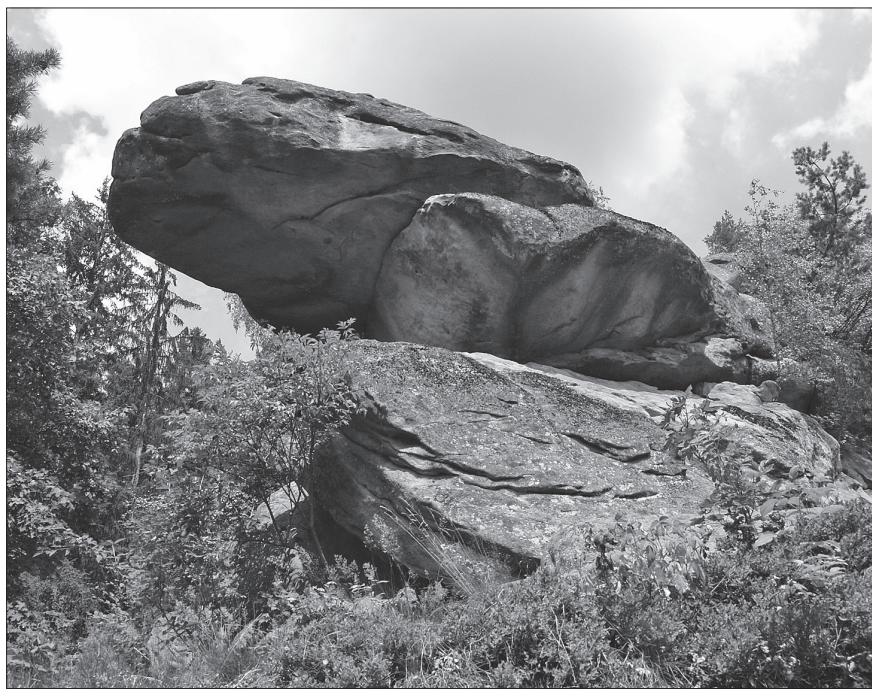


Deformované úlomky křemene v metakonglomerátech na Bradle

zbarvením hornin i půdního pokryvu, mají významné zastoupení tzv. *rorytenské slepence*, tvořící hlavně východní část boskovické brázdy, kde též vystupují ve výrazných skalních výchozech.

Platí to zejména pro území národní přírodní rezervace **Krumlovsko-rokytenské slepence**, pojmenované podle města Moravský Krumlov a blízké obce Rokytná. Slepence jsou tam odkryty zejména v hlubokých zákrutech říčky Rokytne a několika bočních údolích. Předmětem ochrany zde samozřejmě nejsou jen výchozy slepenců, ale především zdejší hodnotná stepní a lesostepní společenstva s řadou chráněných druhů rostlin a živočichů. Eroze a procesy výběrového zvětrávání vedly ke vzniku malebných hřbetů a na údolních svazích strmých skalních útesů. Nejatraktivnější partie (např. pod kostelem sv. Floriána aj.) jsou v dosahu naučné stezky. Dobře dostupné jsou též skalní výchozy (až 20 m vysoké) nad silnicí ve spodní části obce Rokytná, odkud to není daleko ani do bočního úžlabí s vodopádem, asi 10 m vysokým a spadajícím (ovšem jen po deštích nebo jarním tání) po příkré skalní stěně.

Z rokytenských slepenců je také soustava nevelkých skal v přírodní rezervaci **Břenčák** u Veverské Bítýšky na levém svahu údolí Svratky,



V Pulčinských skalách se střídají vrstvy flyšových pískovců a slepenců

přístupném (po žlutých značkách) od silničního mostu přes horní okraj Brněnské přehrady. Také tady je důvodem ochrany především živá složka přírody, ale pozoruhodnou modelací (včetně členitých hřebínků, skalních výklenků a jiných tvarů) zaujmou i zdejší slepencové výchozy.

„Stlačené“ slepence na Bradle

Z ostatních slepencových skalních partií na Moravě zasluhuje pozornost též vrch **Bradlo** (600 m) v jižním podhůří Jeseníků, asi 6 km severovýchodně od Úsova. Zdejší slepence devonského stáří se výrazně liší od předchozích. Tvoří je výhradně křemenné oblázky spojené křemitým tmelem, takže místy přecházejí do celistvých křemenců. Navíc byly (během variského vrásnění) do značné míry poznamenány procesy přeměny, což se projevilo též deformací – doslova stlačením – většiny úlomků v hornině. Jde tedy o horninu v podstatě už metamorfovanou, petrologicky zvanou **metakonglomerát**.

Rozložitému návrší Bradlo daly pojmenování mohutné skalní útvary z bělostných slepenců a křemenců, výrazně členěné mrazovým zvětrává-

ním a tvořící zejména vlastní vrchol s turisticky přístupnou vyhlídkou do podhůří Jeseníků a rovin Hané. Několik dalších skalních seskupení vystupuje i v blízkém okolí (např. členité *Tři kameny* v severní části).

Na pověstmi opředeném Bradle (nazývaném též severomoravský Blaník) se sbíhají značené trasy ze všech stran, nejbližší od obcí Lipinka (2 km), Kamenná nebo Libina.

Ve výčtu moravských slepencových skal by bylo možno ještě pokračovat. Alespoň za zmínku stojí skalky z tzv. *kulmských slepenců* (tj. devonského až karbonského stáří) v údolí Mírovky (poblíž hradu s věznicí Mírov), na návrší Hušák u Městečka Trnávky aj.

Slepence místy tvoří také výrazné polohy v souvrství flyšových usazenin (křídového až paleogenního stáří) v oblasti **Vnějších Karpat**, tedy v pohorích a vrchovinách na východní Moravě, což je zřetelné i na řadě skalních útvarů (např. na Jarcovské gule u Valašského Meziříčí nebo v Pulčínských skalách v Javorníkách).

V ý b ě r z l i t e r a t u r y

DEMEK, J., NOVÁK, V., aj. Vlastivěda moravská, sv. I. Neživá příroda. 244 s. MVS, Brno, 1992.

CHLUPÁČ, I. aj. *Geologická minulost České republiky*. Praha: Academia, 2002.

KUKAL, Z., NĚMEC, J., POŠMOURNÝ, K. *Geologická paměť krajiny*. Praha: ČGS, 2005.

MACKOVČIN, P., aj. Brněnsko. Chráněná území ČR, sv. IX. 932 s. AOPK ČR a EkoCentrum, Brno, Praha, 2007.

PEŠEK, J. aj. *Geologie a ložiska svrchnopaleozoických limnických pánví České republiky*. Praha: ČGÚ, 2001. 244 s.

VÍTEK, J. Tajemný svět skal. Skalní zajímavosti ČR. Oftis, Ústí nad Orlicí, 2004.

*Doc. RNDr. Jan Vítek, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové
(text i foto)*

Conglomerate rock forms in Moravia

The paper gives an overview conglomerate rock forms in different parts of Moravia. Selected locations are suitable for geological and geographical excursions.

Vzpomínka

Na podzim loňského roku nás náhle opustila **RNDr. Eva Fediuková, CSc.**



Většinu svého profesního života strávila jako vědecká pracovnice *Ústředního ústavu geologického* (dnes *Státní geologické služby*). Působila především v oborech petrografie a mineralogie hlavně v jižních Čechách a v Hrubém Jeseníku. Získala si respekt zejména při studiu granátů metamorfovaných hornin Českého masivu. V ÚÚG se postupně vypracovala až na vedoucí oddělení krystalinika.

Doktorka Fediuková však původně začínala jako pedagog. Na Vysoké škole pedagogické v Praze vystudovala obor biologie–chemie a v roce 1958 nastoupila na umístěnkou jako profesorka na gymnázium v Praze – Karlíně. Jako nic netušícímu začátečníkovi jí přidělili třídu, kterou nikdo z profesorského sboru nechtěl. Byli v ní zejména politicky problematičtí studenti, například syn tehdy kriminalizovaného významného politika Artura Londona nebo dcera rovněž kriminalizovaného slavného brankáře našeho národního hokejového týmu Bóži Modrého. Nicméně se jí podařilo celou tuto ostře sledovanou třídu dovést až k úspěšné maturitě. Tehdejší abiturienti jí za to zůstali trvale vděční.

Přestože později ze školství odešla, věrnost škole projevila tím, že se podílela na přípravě učebnic. Například jako spoluautorka učebnice *Přírodopis 8* (pro 8. ročník základní školy, 1. vydání 1983) přiblížila žákům poznatky o tehdy nové a vpravdě průlomové koncepci tektoniky litosférických desek, o které v předchozích učebních textech nebyla ani zmínka. Šlo v tomto případě o velmi zdařilou učebnici, a to jak obsahem, tak i technickým a formálním provedením.

Studenti, spolupracovníci a přátelé budou na Evu Fediukovou stále vzpomínat.

Doc. RNDr. Jiří Souček, CSc.

