

# Obsah

Obsah .....	1
Vážení čtenáři! .....	3
Štefl: Pluto již není planetou, z astronomie však nemizí .....	4
Havel, Höfer, Kučera: Jsou rostliny magnetické? .....	11
Duršpek: Může termodynamika přispět k pochopení existence života? .....	14
Kučera, Chocholoušková: Jak se rodí čaj .....	22
Chocholoušková, Kučera: Získávání kaučuku na Srí Lance .....	24
Vágnerová: Algologie ve výuce biologie a přírodopisu .....	26
Mergl: Pelagičtí trilobiti a ordovický glaciál .....	31
Prknová: Určování ptactva v přírodě .....	34
Volter: Hmyzí invaze: klíněnka jírovcová .....	36
Podroužek: Integračně-komunikační pojetí didaktiky počátečního přírodovědného vzdělávání v profesní přípravě studentů učitelství 1. stupně základní školy .....	38
Kaufnerová: Řasová flóra zatopených lomů na Poběžovicku .....	42
Houdek: Co to jsou C(K)lausilidi? .....	46
Kraitr, Sirotek, Richter, Nápravník: Další vzdělávání učitelů chemie formou krátkodobého studijního pobytu v závodech chemického a potravinářského průmyslu .....	49
Jánský: Mobilní povodňové zábrany .....	54
Sobotka: Svět fyziky .....	61

**Ročník IX.**

**2006–2007**

Praktický časopis pro výuku fyziky a práci s talentovanými žáky na  
základních a středních školách

**Vydává:** Katedra obecné fyziky Pedagogické fakulty Západočeské univerzity v Plzni ve spolupráci s ústředním výborem FO, katedrou obecné fyziky Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně, katedrou didaktiky fyziky Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze, katedrou fyziky Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, dalšími fakultami připravujícími učitele fyziky a Českou nukleární společností pod patronací Jednoty českých matematiků a fyziků

**Šéfredaktor:** Václav Havel (email: havelv@kof.zcu.cz)

**Výkonný redaktor:** Miroslav Randa (email: randam@kof.zcu.cz)

**Sekretářka redakce:** Jitka Štychová

**Redakční rada:** Václav Havel, Josef Kepka, Soňa Křítková, Aleš Lacina, Miroslav Randa, Karel Rauner, Milan Rojko, Ivo Volf.

**Rozšířená redakční rada:** Jan Bečvář, Václav Bláha, Josef Blažek, Zdeněk Bochníček, Ivo Čáp, Jiří Erhart, Gerhard Höfer, Jan Hrdý, František Kamenčák, Zdeněk Klumber, Daniel Kluvanec, Václav Kohout, Jana Krsková, Václav Křivohlavý, Vítězslav Kubín, Vladislav Kvapil, Dušan Novotný, Jan Novotný, Jitka Prokšová, Jan Slavík, Václav Soukup, František Špulák, Rudolf Šup, Josef Trněček, Václav Turek, Josef Veselý.

**Adresa redakce:** Školská fyzika, KOF PeF ZČU, Klatovská 51, 313 00 Plzeň,  
☎ 377 636 303 nebo 377 636 441

**Vychází:** čtyřikrát ročně ve verzi pro ZŠ, verzi pro SŠ a společné verzi pro ZŠ+SŠ

<b>Předplatné:</b>	verze ZŠ	300 Kč ročně (4 čísla)
	verze ZŠ+SŠ	350 Kč ročně (4 čísla)
	studentská sleva verze ZŠ+SŠ	200 Kč ročně (4 čísla)

**Objednávky přijímá:** Jitka Štychová, katedra obecné fyziky FPE ZČU, Klatovská 51,  
313 00 Plzeň

**URL (Internet):** <http://sf.zcu.cz/>

**Evidováno:** u Ministerstva kultury ČR pod číslem MK ČR E 11868

**ISSN 1211-1511**

*Toto číslo bylo odesláno k tisku 4. 12. 2006.*

## Vážení čtenáři!

Školská fyzika, kterou jste právě otevřeli, je mimořádná, a to nejen podle názvu. **Je mimořádná zejména formou:** poprvé dostáváte *celobarevné* číslo. Dospěli jsme totiž k názoru, že forma, se kterou jsme před více než deseti lety začínali, je již překonaná. Chceme zachovat vše pozitivní na časopisu a naopak odbourat vše negativní. Věříme, že přechod k barevné formě časopisu přivítáte jako předzvěst nové etapy časopisu.

Číslo, které držíte v rukou, **je mimořádné i obsahem.** Využili jsme spolupráce s dalšími přírodovědnými katedrami a připravili jsme *multioborové* číslo ukazující jednak souvislosti fyziky s dalšími obory, ale také zajímavé poznatky z jiných přírodovědných oborů. Vzhledem k obrovskému záběru tohoto mimořádného čísla dostáváte číslo mimořádné i v tom, že neprošlo recenzí.

Toto číslo Školské fyziky je **mimořádné i cenou.** Je totiž pro vás úplně *zdarma*. Využili jsme při jeho přípravě rozvojového projektu MŠMT na podporu přírodovědného vzdělávání, a tak jej rozesíláme všem věrným odběratelům jako náplast na nepravidelnost vydávání časopisu, kterou jste snášeli v uplynulém období. Hlavním důvodem nepravidelného vydávání bylo vytížení členů redakční rady přípravou nové sady učebnic fyziky pro základní školy.

Při této příležitosti si dovolíme připojit ještě několik informací, které vás jistě potěší:

- Přebudovali jsme **webové stránky** časopisu, zjednodušili jsme jejich adresu na <http://sf.zcu.cz> a doplnili některá starší dosud chybějící čísla.
- Na webových stránkách Školské fyziky nyní najdete **volně přístupné články** z druhého až sedmého ročníku, **poslední ročník** je přístupný na základě znalosti uživatelského jména *Albert* a hesla *Einstein*.
- **Na pomoc fyzikální olympiádě** jsme připravili několik návodných článků pro řešitele *kategorií A a B*. Tyto články najdete na webových stránkách časopisu; v papírové podobě je obdržíte v prvním (řádném) čísle časopisu. Učitelé, jejichž žáci a studenti jsou řešiteli *kategorií E a F*, najdou na webových stránkách výsledky řešení školního kola.

V Plzni 20. 11. 2006

redakce

## Pluto již není planetou, z astronomie však nemizí

Vladimír Štefl, Brno

Julius Domański, Toruň

Cílem článku je vysvětlit čtenářům – žákům i učitelům, proč bylo Pluto při svém objevu v roce 1930 označeno za planetu a naopak jaké byly důvody, které na kongresu IAU v srpnu letošního roku 2006 v Praze vedly k jeho vyřazení ze seznamu planet. K pochopení změny názorů na toto kosmické těleso podáváme stručný výklad vývoje našich poznatků o Plutu. Souběžně s tím jsme do textu zařadili úlohy, neboť soustava Pluto–Charon je velmi námětově vhodná.

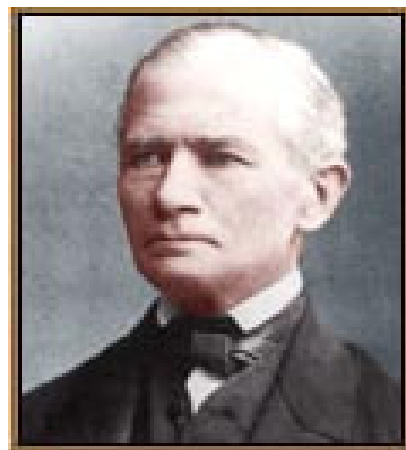
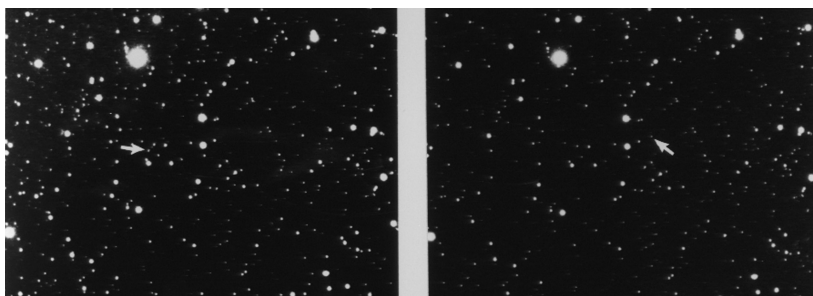
K objasnění důvodů původního zařazení Pluta do seznamu planet uvedeme historické souvislosti. Neptun byl obje-



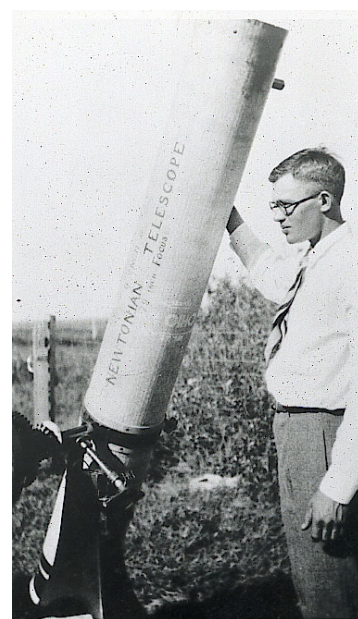
Urbain Jean Leverrier

ven německým astronomem Johannem Gottfriedem Gallem (1812 až 1910) v září 1846 na základě výpočtů dráhových elementů. Předpokládanou polohu spočítal a do Berlína Gallemu zaslal francouzský astronom a matematik Urbain Jean Leverrier (1811–1877). Nově objevený Neptun začali astronomové systematicky pozorovat, v jeho polohách zjistili mírné odchylky 2"–3" od vypočtené dráhy. To vedlo k hypotéze o existenci další planety, která na něj gravitačně působí.

Na základě předběžných výpočtů, založených na nepřesných hodnotách hmotností Uranu a zejména Neptunu, i astrometrických chybách určování jejich poloh, objevil v únoru roku 1930 Clyde William **Tombaugh** (1906–1997) na snímcích pořízených v lednu na Lowellově observatoři ve Flagstaffu v Arizoně nové kosmické těleso sluneční soustavy poblíž hvězdy  $\delta$  Gem [1], [2]. První snímek vlevo je z 23. ledna 1930, druhý z 29. ledna téhož měsíce. Šipka označuje kosmické těleso s hvězdnou velikostí 15 mag, jehož poloha se za 6 dnů vzhledem k hvězdám na pozadí změnila. Na fotografických deskách pořízených dalekohledem o průměru 33 cm byla původně zachycena hvězdná



Johann Gottfried Galle



Clyde Tombaugh

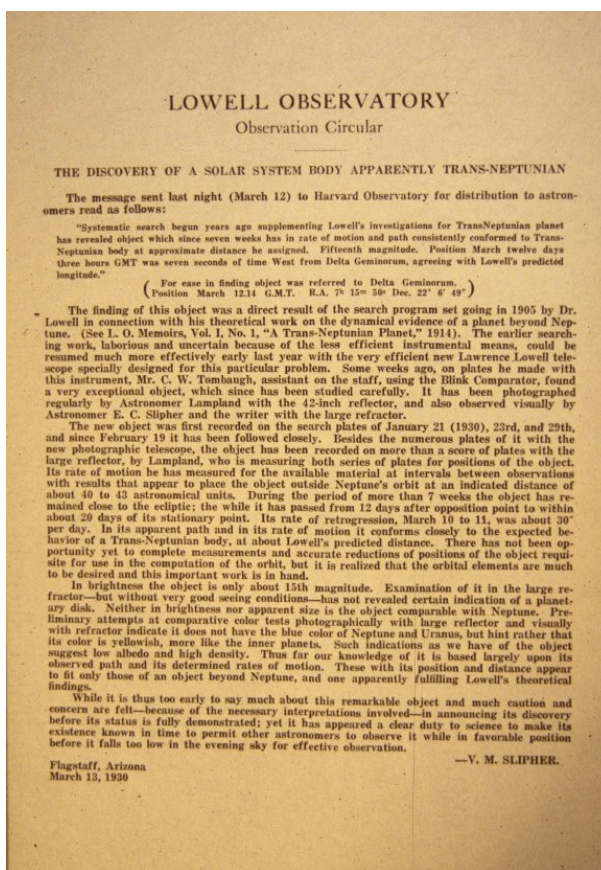
pole o velikostech  $13^\circ \times 13^\circ$ . Při expozicích přibližně jedné



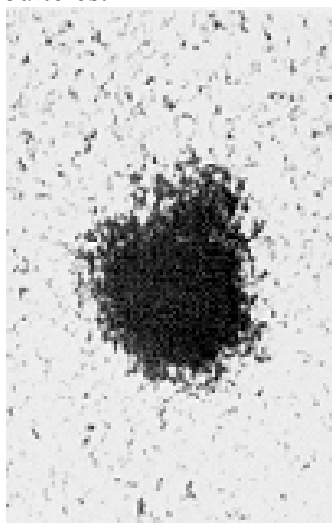
hodiny byly na deskách zobrazeny objekty s hvězdnou velikostí do 17 mag. Nalezení planety oznámil Vesto Melvin **Slipher** (1875–1969) 13. března 1930, téměř 150 roků po objevu Uranu – 13. března 1781 Williamem **Herschelem** (1732–1822).

V průběhu několika měsíců bylo kosmické těleso nazvána **Pluto**, akronym jména Percival **Lowell** (1855–1916), zakladatele a mecenáše hvězdárny ve Flagstaffu. Stalo se devátou planetou naší sluneční soustavy. Po objevu vypočtený odhad hmotnosti Pluta vedl k hodnotě přibližně  $2 \cdot M_Z$ . O případných dalších tělesech Kuiperova pásu nebylo tehdy nic známo. Proto nebyly pochybnosti o zařazení nově objeveného tělesa mezi planety.

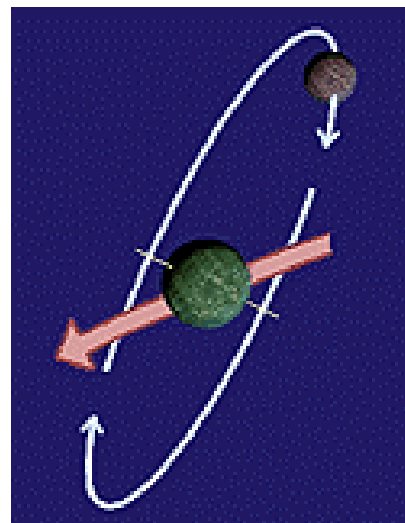
Zásadní objev pro upřesnění hmotnosti Pluta učinil v roce 1978 James Walter **Christy** (1938) [3] na Námořní observatoři ve Flagstaffu, shodou okolností pouze 6 km od Lowellovy observatoře. Objevil měsíc Pluta Charon, jehož oběžná doba byla shodná s rotačními periodami jak Pluta, tak Charona, jde tedy o stav vázané rotace obou těles.



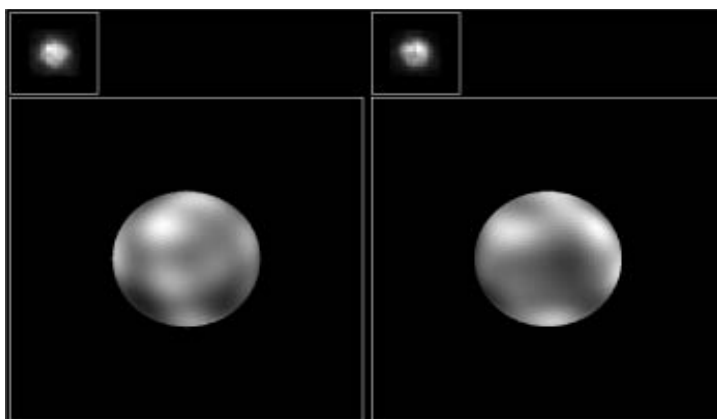
James Walter Christy



Pluto s Charonem



Fotometrická pozorování Pluta odhalila kolísání jeho jasnosti v periodě 6 dnů, 9 hodin a 18 minut, tedy 6,387 4 dne, což odpovídalo nalezené rotační periodě. Změny jasnosti vysvětlujeme výskytem světlých a tmavých oblastí na povrchu, tvořeném hlavně dusíkovým ledem.



Existenci dvou těles obíhajících kolem společného hmotného středu můžeme využít k řadě zajímavých úloh.

1. Stanovte úhlové rozlišení mezi Plutem a Charonem při jejich pozorování v opozici ze Země v perihéliu jejich dráhy s excentricitou  $e = 0,25$ . Velikost velké poloosy dráhy Pluta je  $a = 39,5$  AU, velikost velké poloosy dráhy Charona je  $d = 19600$  km. Jaký průměr dalekohledu  $D$  je nezbytný k úhlovému rozlišení obou těles na vlnové délce  $\lambda = 550$  nm?

Perihéliová vzdálenost obou těles od Slunce je  $r = a \cdot (1 - e) = 29,6$  AU, vzdálenost od Země je však pouze  $28,6 \cdot 1,5 \cdot 10^{11}$  m =  $4,3 \cdot 10^{12}$  m. K výpočtu úhlového rozlišení dosadíme do

$$\text{vztahu } \Theta = \frac{d}{r} = \frac{19,6 \cdot 10^6 \text{ m}}{4,3 \cdot 10^{12} \text{ m}} = 4,6 \cdot 10^{-6} \text{ rad} = 0,9'' . \text{ Toto rozlišení je dosažitelné z povrchu}$$

Země jen za výjimečných pozorovacích podmínek při kvalitním seeingu (při malém chvění atmosféry). Nezbytný minimální průměr dalekohledu nalezneme podle vztahu  $D = 1,22 \cdot \frac{\lambda}{\Theta} = 0,13$  m.

Druhou možností je použití dalekohledů vnesených mimo zemskou atmosféru, např. Hubblova kosmického dalekohledu – HST, viz snímek Pluta a Charona z roku 1994.



Objevem Charona se otevřela cesta k zpřesnění charakteristik Pluta, především jeho hmotnosti [4], což můžeme demonstrovat následující úlohou.

2. Charon obíhá kolem Pluta ve vzdálenosti  $a_{\text{Ch}} = 19600$  km s oběžnou dobou  $T_{\text{Ch}} = 6,39$  dne. Poloměr Pluta je  $R_{\text{Pl}} = 1160$  km, Charonu  $R_{\text{Ch}} = 593$  km. Za zjednodušujícího předpokladu, že obě tělesa mají stejnou hustotu, určete jejich hmotnosti.

Z III. Keplerova zákona  $\frac{a_{\text{Ch}}^3}{T_{\text{Ch}}^2} = \frac{G}{4 \cdot \pi^2} \cdot (M_{\text{Pl}} + M_{\text{Ch}})$  stanovíme hmotnost soustavy Pluto–Charon

$$M_{\text{Pl}} + M_{\text{Ch}} = 1,4 \cdot 10^{22} \text{ kg} . \text{ Vzhledem k objemům těles } V \sim R^3 \text{ dostaneme } M_{\text{Pl}} = 1,25 \cdot 10^{22} \text{ kg} , \\ M_{\text{Ch}} = 1,7 \cdot 10^{21} \text{ kg} .$$

*Poznámka: Ve skutečnosti je poměr hustot přibližně  $\rho_{\text{Pl}} : \rho_{\text{Ch}} = 10 : 9$ .*

Kinematické představy o soustavě Pluto–Charon doplníme řešením úlohy:

3. V jaké vzdálenosti od Pluta se nachází hmotný střed soustavy Pluto–Charon? Pluto má hmotnost  $M_{\text{Pl}} = 1,25 \cdot 10^{22}$  kg a Charon  $M_{\text{Ch}} = 1,7 \cdot 10^{21}$  kg, vzdálenost Charonu je  $a_{\text{Ch}} = 19600$  km.

Platí vztah  $M_{\text{Pl}} \cdot a_{\text{Pl}} + M_{\text{Ch}} \cdot a_{\text{Ch}} = (M_{\text{Pl}} + M_{\text{Ch}}) \cdot a_c$ . Zvolme souřadnou soustavu, kde  $a_{\text{Pl}} = 0$ ,  $a_{\text{Ch}}$  je vzdálenost mezi oběma objekty,  $a_c$  je vzdálenost hmotného středu a Pluta. Řešením

dostaneme  $a_c = \frac{M_{\text{Ch}} \cdot a_{\text{Ch}}}{M_{\text{Pl}} + M_{\text{Ch}}} = 2150 \text{ km}$ . Hmotný střed soustavy – barycentrum – se nachází při poloměru Pluta 1 160 km přibližně 1 000 km nad povrchem Pluta.

Termodynamické podmínky na Plutu lze přiblížit následující úlohou.

4. Hodnota solární konstanty pro Zemi je ve vzdálenosti 1 AU od Slunce  $S_Z = 1370 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Určete hodnotu solární konstanty pro Pluto, který obíhá ve střední vzdálenosti 39,5 AU od Slunce. Stanovte celkovou přijímanou zářivou energii, kterou Pluto získává od Slunce, za sekundu, jestliže poloměr Pluta je  $R_{\text{Pl}} = 1160 \text{ km}$  a jeho albedo je  $A = 0,15$ .

Solární konstantu Pluta stanovíme pomocí vztahu  $S_{\text{Pl}} = S_Z \cdot \frac{1}{39,5^2} = 0,88 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Celková přijímaná energie za sekundu je  $L_{\text{Pl}} = S_{\text{Pl}} \cdot \pi \cdot R_{\text{Pl}}^2 \cdot (1 - A) = 3,2 \cdot 10^{12} \text{ W}$ .

5. Stanovte efektivní teplotu rovnovážného záření Pluta, známe-li jeho albedo  $A = 0,15$ , efektivní povrchovou teplotu Slunce  $T_{\text{efS}} = 5780 \text{ K}$ , poloměr Slunce  $R_S = 7 \cdot 10^8 \text{ m}$ , střední vzdálenost Slunce–Pluto je  $a = 39,5 \text{ AU} = 5,9 \cdot 10^{12} \text{ m}$ . Jak by se změnila teplota Pluta, jestliže by se (hypoteticky) zářivý výkon Slunce zvětšil o 5 %? Předpokládejme neměnnost albeda.

Vzorec pro teplotu rovnovážného záření planety dostaneme úpravou vztahu  $4 \cdot \pi \cdot R_{\text{Pl}}^2 \cdot \sigma \cdot T_{\text{ef}}^4 = (1 - A) \cdot L_S \cdot \frac{R_{\text{Pl}}^2}{4 \cdot a^2} = (1 - A) \cdot 4 \cdot \pi \cdot R_S^2 \cdot \sigma \cdot T_{\text{efS}}^4 \cdot \frac{R_{\text{Pl}}^2}{4 \cdot a^2}$ , odkud pro teplotu obdržíme  $T_{\text{Pl}} = T_{\text{efS}} \cdot \sqrt{\frac{R_S}{2 \cdot a}} \cdot \sqrt[4]{1 - A} = 42,6 \text{ K}$ . Vyzářená energie je úměrná  $T^4$ , pro teploty platí  $1,05 = \left(\frac{T'_{\text{Pl}}}{T_{\text{Pl}}}\right)^4 \Rightarrow T'_{\text{Pl}} = \sqrt[4]{1,05} \cdot T_{\text{Pl}} = 43,5 \text{ K}$ .

6. Určete hodnotu škálové výšky atmosféry Pluta, předpokládáme-li její složení z  $\text{N}_2$ , teplotu  $T_{\text{Pl}} = 43 \text{ K}$  a  $g = 0,66 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

Škálovou výšku atmosféry získáme ze vztahu  $H = \frac{k \cdot T}{g \cdot m} = \frac{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 43}{0,66 \cdot 14 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}} \text{ m} = 44 \text{ km}$ .

Vzhledem ke značně excentrické dráze  $e = 0,25$  Pluta kolem Slunce musíme uvažovat změnu teploty atmosféry. Nárůst teploty o zhruba 5 K má za následek změnu škálové výšky  $H$  atmosféry Pluta při přechodu z afélie k perihéliu.

Škálová výška atmosféry je dána vztahem  $H = \frac{k \cdot T}{g \cdot m}$ , přičemž pro teplotu rovnovážného zá-

ření Pluta platí  $T \sim r^{-\frac{1}{2}}$ , kde  $r$  je vzdálenost od Slunce. Aféliová a perihéliová vzdálenost jsou dány vztahy  $r_a = a \cdot (1 + e)$  a  $r_p = a \cdot (1 - e)$ . Dosazením obdržíme  $\frac{T_p}{T_a} = \sqrt{\frac{1 + e}{1 - e}} = 1,3$ .

V tomto poměru se mění škálová výška atmosféry.

Změnu statutu planety komentovali i astrologové, kterým údajně nijak nevadí... Jejich přesným výpočtům vlivu Pluta na člověka nevadila v minulosti ani nepřesná znalost hodnoty hmotnosti Pluta. Nesprávnost jejich úvah lze doložit následující úlohou.

7. Astrologové tvrdí, že planety svými „astrologickými silami“ v okamžiku narození lidí ovlivňují jejich charaktery. Vypočítejte poměr hypotetických astrologických sil Pluta a Země na nově narozené dítě v okamžiku, kdy se Pluto nachází v opozici ve vzdálenosti 38,5 AU od Země.

$$\text{Určíme poměr gravitačních sil Pluta a Země } \frac{F_{\text{Pl}}}{F_{\text{Z}}} = \frac{G \cdot \frac{m_d \cdot M_{\text{Pl}}}{r_{\text{Pl}}^2}}{G \cdot \frac{m_d \cdot M_{\text{Z}}}{R_{\text{Z}}^2}} = 2,6 \cdot 10^{-15}.$$

Je zřejmé, že gravitační vliv Pluta je zcela zanedbatelný.

Přejdeme zpět k vývoji astronomických poznatků o Plutu. K „upřesnění“ poloměru na 6 000 km došlo až v roce 1950 Gerardem Peterem Kuiperem (1905–1973).

Přesné hodnoty  $R_{\text{Pl}} = 1160$  km,  $R_{\text{Ch}} = 593$  km, zjištěné při vzájemných zákrytech obou těles v roce 1985, znamenaly podstatnou revizi našich představ o velikostech těles. Na obrázku jsou zachyceny ve stejném měřítku Země, Měsíc, Pluto a Charon.



Podle současných představ [5] má Pluto v nitru kamenné jádro o poloměru 800 km, následuje vrstva o tloušťce 300 km a hustotě přibližně  $2,5 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  s povrchovým pláštěm z  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  a  $\text{CH}_4$ . Atmosféra sahající do výšky přibližně 3 200 km nad povrch planety je složena z  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  a  $\text{Ne}$  [6]. Její existence byla prokázána pozorováním zákrytu hvězd, kdy pozvolný pokles trvající několik desítek sekund signalizuje atmosféru. Tlak plynu na povrchu dosahuje 1,5 Pa.

Průzkum Pluta pokračuje i v současnosti, snímek zachycuje dva další objevené Měsíce Pluta – Nix a Hydra. Jasnější je vnější měsíc Hydra, obíhající ve vzdálenosti přibližně 65 000 km. S menší jasností je měsíc Nix, obíhá ve vzdálenosti asi 50 000 km. Jejich téměř kruhové dráhy leží ve stejné rovině s drahou Charona.



### Charakteristiky Pluta:

$$M_{\text{Pl}} = 1,3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$

$$P = 248 \text{ let}$$

$$i = 17,2^\circ$$

$$R_{\text{Pl}} = 1160 \text{ km}$$

$$A = 0,15$$

$$e = 0,248$$

$$\rho = 2 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$T_{\text{Pl}} = 43 \text{ K}$$

$$a = 39,529 \text{ AU}$$



Již od objevu Pluta někteří astronomové upozorňovali, že jeho dráha má velkou excentricitu  $e = 0,25$  a nezvykle velký sklon dráhové roviny k ekliptice –  $i \doteq 17,2^\circ$ . Rovněž průměrná hustota zjištěná po objevu Charona v roce 1978 vyvolávala pochybnosti, neboť její hodnota –  $2 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , spadá do intervalu mezi průměrnou hustotou planet terestrických a velkých plynných. Zřejmě Pluto s Charonem jsou pozůstatkem planetesimál, tedy původních těles, ze kterých vznikaly jednotlivé planety. Ve vnější části sluneční mlhoviny kondenzoval z ochlazujícího se plynu větší počet „ledových“ těles. Po roce 2000 byla postupně objevována transneptunická tělesa, v některých případech srovnatelná svojí velikostí s Plutem, například UB<sub>313</sub>. Proto v poslední době zvýraznily snahy po změně statutu planety.

Bylo třeba změnit starší vymezení pojmu planeta, jenž definovalo planetu jako *těleso, jehož hmotnost leží mezi hmotností Pluta a patnáctinásobkem hmotnosti Jupitera –  $15 \cdot M_J$*  ( $M_J = 1,9 \cdot 10^{27} \text{ kg}$ ). Přitom obíhá těleso, které produkuje ve svém nitru energii pomocí termonukleárních reakcí.

K rozhodnutí, zda Pluto je či není planetou, bylo nově definována kategorie kosmických těles – planet. Na kongresu IAU v Praze 2006 byla přijata nová **definice pojmu planeta**. Podle ní *je planeta kosmické těleso, které obíhá okolo Slunce, má dostatečnou hmotnost, aby jeho gravitace ustavila tvar (přibližně kulový), odpovídající hydrostatické rovnováze, nejde však o měsíc. Planeta je v prostoru natolik dominantní, že ho „vyčistí“ od ostatních těles.*

Mezi osm planet sluneční soustavy dnes patří **Merkur, Venuše, Země, Mars, Jupiter, Saturn, Uran a Neptun**. Pluto bylo z tohoto seznamu vyřazeno.

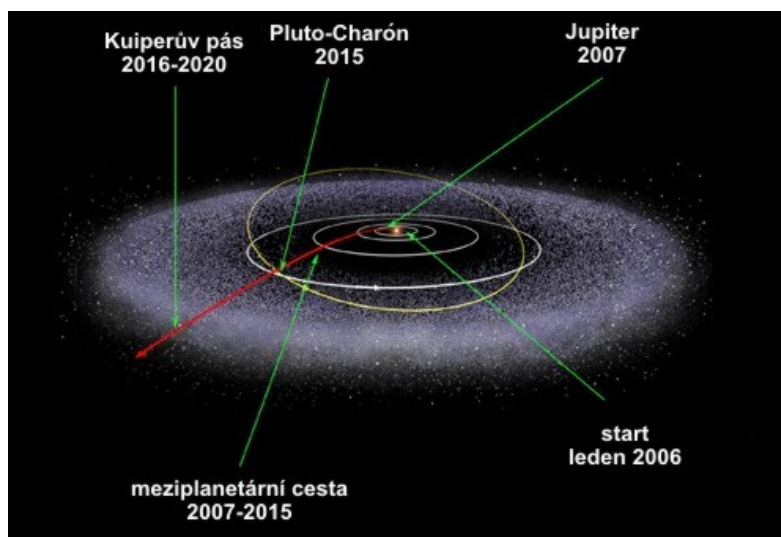
Je přímo symbolické, že právě stoleté výročí narození objevitele Pluta Clyda Tombaughy – 1906 – je rokem, kdy jím objevené kosmické těleso bylo přeregistrováno z planety na trpasličí planetu, s nově přiřazeným číslem **134 340**.

Přestože Pluto zmizelo ze seznamu planet v učebnicích všech typů škol, neztratilo nic ze své tajemnosti a nesporně zůstává velmi zajímavým kosmickým tělesem, jak jsme v článku ukázali. *Můžeme souhlasit s astrologií, v které Pluto symbolizuje vynášení skrytých tajemství na povrch.*

Nejen proto byla vyslána 19. ledna 2006 kosmická sonda New Horizons o hmotnosti asi 480 kg, jejímž úkolem bude podrobné studium „z blízka“ Pluta, Charona a těles Kuiperova pásu. K Plutu s Charonem má sonda dorazit v roce 2015, což ještě umožní výzkum atmosféry Pluta, která se zvýraznila a rozvinula při průchodu perihéliem 5. září 1989. Další návrat do perihélia nastane až v roce 2 237.







Snímky Pluta můžeme získat v současnosti, viz foto z Plzně ze dne 11. srpna 2005.

### Literatura:

- [1] Tombaugh C. W.: *Reminiscences of the Discovery of Pluto*. Sky and Telescope **19**, no. 5 (1960).
- [2] Grygar J.: *Pluto – podivná poslední planeta*. Čs. časopis pro fyziku **48**, č. 5 (1998) 293.
- [3] Christy J. W., Harrington R. S.: *The Satellite of Pluto*. The Astronomy Journal, vol. **83** (1978) 1005.
- [4] Olkin C. B., Wasserman L. H., Franz O. G.: *The mass ration of Charon to Pluto from Hubble Space Telescope astrometry with the fine guidance sensors*. Ikarus, vol. **164** (2003) 254.
- [5] Simonelli D. P., Reynolds R. T.: *The interiors of Pluto and Charon – Structure, composition and implications*. Geophysical Research Letters, vol. **16** (1989) 1209.
- [6] Pasachoff J. M. et al.: *The Structure of Pluto's Atmosphere from the 2002 August 21 Stellar Occultation*. The Astronomical Journal, vol. **129** (2005) 1718.

## Jsou rostliny magnetické?

Václav Havel, Gerhard Höfer, Tomáš Č. Kučera, Plzeň

### ÚVOD

Otázka v nadpisu a řada dalších otázek napadla autory článku, když při přípravě výzkumu navštívili výsypky odpadu z bývalých hrudkoven v Ejpovicích a železnorudného dolu v Dýšíně. Autoři si povšimli, že na zdánlivě zcela neúrodném podloží roste řada rostlin. Byly odebrány vzorky z uloženého materiálu, ale také vzorky některých rostlin, které tam rostly.

### EKOLOGICKÁ A BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA LOKALITY

Struskové haldy u bývalé ejpovické hrudkovny (lokalita u výtoku do zatopeného ejpovického lomu) představují z ekologického pohledu typ extrémního stanoviště (obr. 1, 2).

Struska z hrudkoven je substrátem, který obsahuje pouze malé množství živin, je velice propustný pro vodu, snadno vysýchavý a díky své tmavé barvě i velice výhřevný. Druhy vyskytující se na takovém stanovišti jsou tedy vystavovány velkým výkyvům stanovištních poměrů, zejména co se týká teploty a půdní vláhly, musí jít tedy o druhy velice odolné, případně s extrémními nároky na prostředí. Nicméně ani tyto druhy zde nevytvářejí souvislé porosty, ale osidlují pouze místa s lokálně příznivými podmínkami (obr. 3).

Stromová vegetace je na ejpovických haldách velice sporadická. Je reprezentována jednak původními náletovými dřevinami, zejména břízou bělokorou (*Betula pendula*), jasanem ztepilým (*Fraxinus excelsior*), jednak invazním druhem ze Severní Ameriky – trnovníkem akátem (*Robinia eudacacia*). Ty porůstají starší a erozi méně vystavené části hald. Keřové patro prakticky chybí, je zastoupeno pouze juvenilními jedinci uve-



obr. 1: Celkový pohled na haldy u výtoku ze zatopeného lomu u Ejpovic. V pozadí porosty trnovníku akátu (*Robinia pseudacacia*). Foto T. Č. Kučera 25. 9. 2006.



obr. 2: Pohled na částečně porostlé struskové haldy. Vlevo vpředu suché odumřelé rostliny mydlice lékařské (*Saponaria officinalis*), osamělé růžice patří jednoletým jedincům pupalky dvouleté (*Oenothera biennis*), v pozadí klonální tráva třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*); na horizontu porosty akátových výmladků (*Robinia pseudacacia*). Foto T. Č. Kučera 25. 9. 2006.



dených druhů dřevin, dále růžemi (*Rosa* sp.) a ostružiníky (*Rubus fruticosus* agg.).

Bylinné druhy na lokalitě dosahují pokryvnosti pouze cca 40 %. Převažují zde druhy tolerantní vůči suchému substrátu a druhy s rozsáhlým vegetativním rozmnožovacím aparátem (obr. 2). Nejčastější je třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), dále mydlice lékařská (*Saponaria officinalis*), hadinec obecný (*Echium vulgare*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*), merlík mnohosemenný (*Chenopodium polyspermum*), starček lepka-vý (*Senecio viscosus*), písečnice douškolistá (*Arenaria serpyllifolia*), bělolist rolní (*Filago arvensis*), bér zelený (*Setaria viridis*), milička menší (*Eragrostis minor*). Z nepůvodních druhů je nejčastější pupalka dvouletá (*Oenothera biennis*) a merlík hroznovitý (*Chenopodium botrys*) (obr. 3). Posledně jmenovaný druh je považován za vzácný teplomilný adventiv a ejpovické haldy představují jednu z jeho „klasických“ lokalit výskytu [5].



obr. 3: Vegetace na haldách s výskytem merlíku hroznovitého (*Chenopodium botrys*) – vyšší rostliny uprostřed, pupalky dvouleté (*Oenothera biennis*) – růžice v celém záběru, a hadince obecného (*Echium vulgare*) – vyšší rostliny vpravo. Foto T. Č. Kučera 25. 9. 2006.

#### URČOVÁNÍ MAGNETICKÝCH VLASTNOSTÍ SLABĚ MAGNETICKÝCH MATERIÁLŮ

Pro určení magnetických vlastností materiálů slabě magnetických látek se ve fyzice užívá bezrozměrná veličina, kterou nazýváme magnetickou susceptibilitou [3] a značí se  $\chi_m$ . Tato veličina je součinitelem mezi magnetizací  $\vec{M}$  a intenzitou magnetického pole  $\vec{H}$ , což můžeme zapsat jako

$$\vec{M} = \chi_m \cdot \vec{H}.$$

Magnetizace i intenzita magnetického pole jsou měřeny ve stejných jednotkách –  $A \cdot m^{-1}$ . Je-li magnetická susceptibilita látky záporná, jedná se o diamagnetikum, je-li kladná, jde o paramagnetikum nebo antiferomagnetikum (o feromagnetikách a feritech neuvažujeme). Zatímco velikost absolutní hodnoty susceptibility diamagnetik je řádově  $10^{-6}$ , je u paramagnetik  $10^{-6}$ – $10^{-3}$ . Podobnou hodnotu susceptibility mají i antiferomagnetika. Susceptibilita paramagnetik závisí na teplotě podle Curieova zákona

$$\chi_m = \frac{C}{T},$$

kde  $C$  je konstanta a  $T$  termodynamická teplota. Mezi paramagnetické látky patří zejména sloučeniny obsahující ionty přechodných prvků. V našem případě se jedná zejména o prvky z tzv. 3d-skupiny, a to zejména o ionty  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ , protože v železných rudách bývají tyto prvky zastoupeny. Souvislostí mezi složením látek a jejich chemickými vlastnostmi se zabývá magnetochemie [1]. Z jejich poznatků vyplývá, že organické látky patří většinou mezi diamagnetika, protože většina organogenních prvků vystupuje ve sloučeninách

se zápornou molekulární susceptibilitou. Pokud by byl u rostlin naměřen paramagnetismus, svědčilo by to o přítomnosti paramagnetických iontů.

### POUŽITÝ PŘÍSTROJ A PŘÍPRAVA VZORKŮ

Pro měření magnetické susceptibilitu byl užit poloautomatický kappametr, v němž je měřicí proces řízen mikroprocesorem. Přístroj udává digitální veličinu, která je úměrná magnetické susceptibilitě měřeného vzorku. Přepočet na správnou hodnotu se provádí kalibrací přístroje látkou považovanou za normál pro tato měření. Tím je v našem případě hexahydrát chloridu nikelnatého ( $\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ), jehož susceptibilita při  $20^\circ\text{C}$  je podle [2]  $0,306 \cdot 10^{-3}$ .

Vzorek z odpadu byl rozmělněn v achátové třecí misce a potom prosíván. Hrubší frakce byla odstraněna a pro měření užit jen materiál s velikostí zrna do 1,5 mm. Vzorek byl při měření v nádobce z plastu. Hodnota susceptibilitu prázdných nádobek byla rovněž měřena a od výsledků odečtena. V této fázi orientačních měření nebyla provedena oprava na účinný průřez vzorku. Sebírané rostliny byly usušeny, rozmělněny a napěchovány do měrných nádobek. Jako kontrolní vzorek, který nepocházel z uvedené lokality, byly listy trnovníku akátu, sebrané v katastru Třemošná-Záluží.

### VÝSLEDKY A JEJICH ZHODNOCENÍ

Pro každý vzorek bylo provedeno 10 měření, vypočten průměr, nejistoty měření a opravy na susceptibilitu nádoby. Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce.

Zkoumaná látka	Magnetická susceptibilita
Materiál z odvalu	$(9500 \pm 1600) \cdot 10^{-6}$
Mydlice lékařská	$(63 \pm 19) \cdot 10^{-6}$
Pupalka dvouletá	$(44,3 \pm 2,0) \cdot 10^{-6}$
Trnovník akát – listy	$(48,0 \pm 1,0) \cdot 10^{-6}$
Trnovník akát – listy kontrolní vzorek	$(5,07 \pm 0,53) \cdot 10^{-6}$

Z tabulky vyplývá, že materiál z odvalů je silně paramagnetický a není vyloučeno, že obsahuje drobné feromagnetické částičky, které zatím nebyly separovány.

Vzorky rostlin jsou paramagnetické. Kontrolní vzorek listů z trnovníku akátu vykazuje překvapivě rovněž paramagnetismus, ale hodnota susceptibilitu je o řád nižší.

Dosud provedená měření ukazují, že magnetické ionty z podloží přecházejí do rostlin a jsou zřejmou příčinou výrazného paramagnetismu. Podrobnější výzkum dá s velkou pravděpodobností další zajímavé výsledky.

### Literatura:

- [1] Selwood P. W.: *Magnetochemistry*. Nordwest. Univ., Evanston 1956.
- [2] Landolt-Börnstein: *Zahlenwerte und funktionen aus naturwissenschaften und Technik Gesamtausgabe (Gruppe II)*. Springer 1986.
- [3] Brož J.: *Moderní problémy feromagnetismu*. ČAV, Praha 1962.
- [4] *Návod k obsluze měřiče magnetické susceptibilitu KLF3*. Geofyzika, Brno 1989.
- [5] Hejný S., Slavík B. (red.): *Květena České republiky 2*. Academia, Praha 1990.

Poděkování: Za pomoc při determinaci *Chenopodium botrys* Zdeňce Chocholouškové.

## Může termodynamika přispět k pochopení existence života?

Jan Duršpek, Plzeň

### 1. ÚVODNÍ POZNÁMKY

Školská fyzika se obvykle nezabývá živými organizmy. Přesto si můžeme na několika zajímavých, jednoduchých a poměrně atraktivních fyzikálně-chemických pokusech demonstrovat některé vlastnosti živých organismů a přiblížit se podstatě života jako fyzikálního jevu.

Pokud bychom chtěli určit nějakou fyzikální vlastnost společnou všem živým organismům, byla by to zřejmě jejich vysoká uspořádanost na několika úrovních. Atomy jsou složitě uspořádány do makromolekul, makromolekuly tvoří strukturu buňky, a buňky jsou složitě uspořádány do mnohobuněčného organismu. Jen pro představu si můžeme vzít asi ten nejsložitější známý systém ve vesmíru – lidský mozek. Pouze v kůře lidského koncového mozku je téměř  $10^{10}$  nervových buněk, přičemž každá je spojena průměrně 17 000 synapsami („komunikačními“ spojkami) s dalšími buňkami. A k tomu ještě můžeme připočítat několik možných typů chemických signálů, vyvolávající odlišnou odpověď, jimiž může buňka reagovat [1].

Uspořádanost statisticky souvisí s možným počtem realizací daného stavu. Čím větší je počet realizací, tím klesá uspořádanost. S logaritmem počtu realizací daného stavu souvisí termodynamická veličina entropie. Entropie je mírou neuspořádanosti systému. Vypovídá o vnitřní struktuře systému a tím i o kvalitě transformace energie a hmoty v systému. Čím vyšší je entropie systému, tím méně struktur v něm existuje a tím více se i pohyb podsystemů stává méně uspořádaným.

Entropie je také termodynamický potenciál, veličina, která v izolovaném systému nabývá svého maxima při dosažení rovnovážného stavu. Její další změna (produkce) je pak v tomto stavu nulová.

Popisem rovnovážných systémů se zabývá klasická termodynamika, která se vyučuje na středních školách, a jejíž páteř tvoří tři zákony termodynamiky<sup>1</sup>.

Živé organismy jsou systémy nerovnovážné, otevřené a mohou existovat právě jen proto, že jsou otevřené. Krystal můžeme od okolí izolovat, ale buňky zanikají, jsou-li od svého okolí odděleny. Živé systémy vytvářejí nedílnou součást okolního světa, ze kterého čerpají potravu, a nemohou být odděleny od toků energie a látky, které nepřetržitě přeměňují. Využívají okolní energii na udržení, popřípadě zvýšení své vlastní uspořádanosti. Známe však také mnoho otevřených nebo uzavřených<sup>2</sup> systémů neživých, například z oblasti dynamiky tekutin či katalytických chemických reakcí.

Studiem neizolovaných systémů se zabývá nerovnovážná termodynamika. Její rozvoj je spojen především se jmény Larse Onsagera a Ilyi Prigogina<sup>3</sup>. Tato oblast termodynamiky se zatím vyučuje



Lars Onsager (1903–1976)



Ilya Prigogine (1917–2003)

<sup>1</sup> Někdy je uváděn ještě čtvrtý, resp. „nultý“ termodynamický zákon.

<sup>2</sup> U otevřených systémů dochází k výměně látky a energie mezi systémem a okolím, u uzavřených dochází pouze k výměně energie.

<sup>3</sup> Oba dva byli také za svůj přínos v oblasti nerovnovážné termodynamiky a v teorii disipativních struktur oceněni Nobelovou cenou za chemii (Onsager v roce 1968 a Prigogine roku 1977).



pouze na některých vysokých školách zejména ve spojitosti s biofyzikou.

Nerovnovážnou termodynamiku můžeme rozdělit na lineární a nelineární. V lineární nerovnovážné termodynamice můžeme ještě použít některé poznatky rovnovážné termodynamiky, díky principu lokální rovnováhy můžeme systém nadále popisovat termodynamickými potenciály. Systém nespěje jako u rovnovážného systému k nulové produkci entropie, ale pouze k její minimální hodnotě, slučitelné s hraničními podmínkami systému souvisejícími s neizolovaností systému. Tento ustálený stav se pak nazývá stacionární.

V nelineární nerovnovážné termodynamice jsou termodynamické síly působící na otevřený systém příliš velké a systém ve stacionární stavu se stává nestabilní a vlivem fluktuací se od něj vzdaluje. Případný potenciál, který charakterizuje chování systému, musí mít vlastnosti Ljapunovy funkce.

Nedílnou vlastností nerovnovážných systémů je vytváření makroskopických struktur, které nejsou jednoznačně odvoditelné z chování molekul tvořících systém. Tuto vlastnost mají nerovnovážné systémy díky tomu, že v nich může dojít k velkému zesílení náhodných, neměřitelných a nepředvídatelných poruch – fluktuací.

Aby odlišil výše zmíněné struktury od rovnovážných, nazval je Prigogine *disipativní*, protože rozptylují (disipují) jimi protékající energii do okolí a zároveň se na úkor okolí také zbavují entropie, tedy zvyšují entropii svého okolí. Neboli jak to formuloval E. Schrödinger [5]: „Živí se zápornou entropií.“

Poznání, že disipativní struktury vznikají spontánně všude tam, kde existují systémy vzdálené od rovnováhy, kterými protéká energie, představuje průlom v myšlení mnoha vědních disciplín. Mimo jiné to znamená, že už není nutno nahlížet život jako navýsost nepravděpodobný a ve vesmíru ojedinělý fenomén.

Vznik disipativních struktur v nerovnovážných systémech v oblasti hydrodynamiky či chemie si můžeme prezentovat formou relativně jednoduchých a poměrně atraktivních fyzikálních a chemických pokusů. Můžeme na nich demonstrovat mnoho vlastností společných s živými organizmy.

## 2. VZNIK BÉNARDOVÝCH BUNĚK

---

Ohřev dna nádoby ve které se nachází tenká vrstva kapaliny s volným povrchem, může být příčinou vzniku struktury ve tvaru obrazce složeného z šestihranných buněk (také pětihranných i čtyřhranných). Tyto buňky popsal jako první H. Bénard v roce 1900 a jsou dnes podle něho nazývané *Bénardovými buňkami*.

Jaká je fyzikální podstata? Neuvažujme zpočátku povrchové napětí. Zahříváme-li pozvolna tenkou vrstvu kapaliny, mikroskopický pohled by zpočátku ukázal neuspořádaný pohyb molekul účastnících se vedení (kondukce) tepla. Teplo se šíří vedením v souladu s Fourierovým zákonem vedení tepla. Závislost teploty na vzdálenosti  $z$  ode dna nádoby je dána vztahem:

$$T = T_1 - \frac{\Delta T}{H} \cdot z, \quad (1)$$

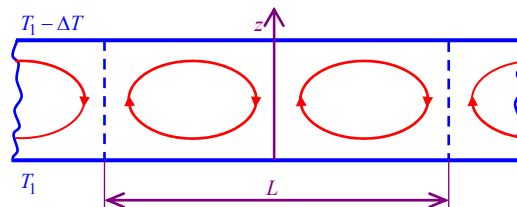
kde  $T_1$  je teplota kapaliny u dna nádoby ( $T_1$  se zahříváním dna zvyšuje),  $H$  je výška kapaliny,  $\Delta T = T_1 - T_2$ ,  $T_2$  je teplota kapaliny při hladině.

Systém můžeme popsat tzv. *Rayleighovým číslem* ( $Ra$ ), které závisí na rozdílu teplot  $\Delta T$  a vlastnostech kapaliny:

$$Ra = \frac{\beta \cdot g \cdot H^3 \cdot \Delta T}{k \cdot \nu}, \quad (2)$$

kde  $\beta$  je součinitel teplotní roztažnosti,  $g$  je konstanta tíhového zrychlení,  $k$  součinitel teplotní vodivosti,  $\nu$  součinitel kinematické viskozity. Vrstvy kapaliny v horní části systému jsou hustší, tedy hmotnější než ve spodní části. Při určité kritické hodnotě Rayleighova čísla  $Ra_{kr}$

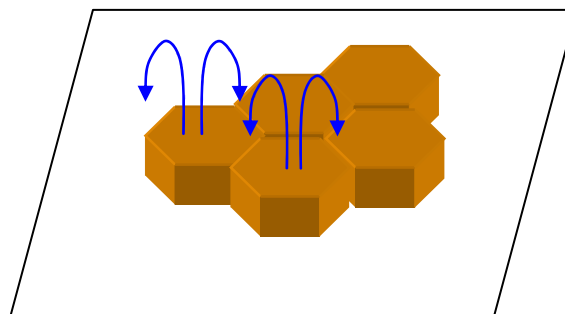
tíha horní vrstvy kapaliny převládne nad dosud stabilizujícími viskózními silami. V systému nastává konvekční proudění. Ohřev spodních vrstev kapaliny vede k jejich expanzi, snížení hustoty a jejich stoupání působením vztlaku směrem vzhůru. Chladnější vrstvy v horních částech kapaliny klesají směrem ke dnu. Proti tomuto pohybu částí kapaliny působí viskózní síly a chaotický pohyb tepelné vodivosti. Výsledkem těchto opačných tendencí je makroskopický pohyb kapaliny ve tvaru válců. Při zvyšování Rayleighova čísla nad  $Ra_{kr}$  (např. zvyšováním  $\Delta T$ ) stoupá skokově i počet válců v jednotkovém objemu (odpovídá různým stacionárním stavům) a následně se mohou objevovat i chaotické režimy (může také docházet k podélnému prohýbání válců).



obr. 1: Schéma konvekčních válců (podle [2])

Uvažujeme-li povrchové napětí, které závisí na teplotě, teplotní gradient neexistuje pouze ve dvou dimenzích, ale v rámci jednotlivých buněk díky fluktuacím teploty na hladině kapaliny ve všech třech dimenzích. Na myšleném průřezu Bénardovými buňkami bychom viděli výše zmíněné konvekční válce. Taktéž počet buněk v jednotce objemu by se zvyšoval se stoupajícím Rayleighovým číslem.

Mechanismus vzniku Bénardových buněk si pak můžeme představit takto: Předpokládejme, že v jistém bodě horního povrchu nastane fluktuace teploty  $\Delta T$  od teploty v okolních bodech. Nechť například  $\Delta T < 0$ . Povrch má tendenci se smršťovat k tomuto chladnému bodu – k místu, kde je větší povrchové napětí. Kapalina zde tedy klesá dolů (místa na okrajích Bénardových buněk). V jiných místech musí kapalina stoupat nahoru, přičemž se vzdaluje od chladného místa (středů Bénardových buněk).



obr. 2: Schéma Bénardových buněk (podle [9])

Dochází k lokálnímu poklesu entropie a vzniku samospořádání. Molekuly se nejdříve pohybují chaoticky, při konvekci se pohybují uspořádaně (molekuly v sousedních konvekčních válcích se pohybují s konstantní vzdáleností).

Můžeme zde tedy pěkně demonstrovat vznik struktury na základě zesílení fluktuace v nerovnovážném, nestabilním systému. Nemůžeme určit (díky fluktuacím), kde se objeví první buňka. Jde o citlivou závislost na výchozích podmínkách.

Kvantitativně lze konvekci popsat pomocí systému nelineárních rovnic, vyjadřujících v podstatě bilanci hmotnosti, hybnosti a energie (s uvážením hraničních podmínek). Jsou to základní rovnice hydrodynamiky, tj. Navierova-Stokesova rovnice, rovnice kontinuity a rovnice vedení tepla. Řešení těchto rovnic v analytickém tvaru je obtížné, proto se užívají numerické metody, nebo se výchozí rovnice zjednodušují mnohdy až výrazným způsobem (Lorenzův model).

Vznik Bénardových buněk lze dobře pozorovat ve viskóznější kapalině (oleji) s přimíchaným hliníkovým práškem. Ideální nádoba by měla mít homogenně tepelně vodivé dno, pokud možno tepelně nevodivé stěny, stačí však Petriho miska.



obr. 3: Bénardovy buňky. Vlevo větší vertikální gradient teploty  $T$ , vpravo menší [foto autor]

Na počátku zahřívání se kapalina nachází v klidu. Vidíme klidný povrch oleje. Při překročení kritické hodnoty vzniká struktura buněk. Kapalina proudí ze středu směrem okrajům buněk. Na myšleném průřezu buňkou bychom viděli dva konvekční „válc“ , které rotují navzájem v opačném směru. Defekty struktury mohou být způsobeny jak nerovnoměrným přiváděním tepla a nerovnoměrným ochlazováním povrchu kapaliny, tak tím, že není zaručena stejná tloušťka vrstvy – dno není dokonale rovné.

Při změně gradientu teploty se mění velikost a počet buněk v misce, což souvisí se snižujícím se počtem konvekčních válců v objemové jednotce s klesajícím gradientem teploty. Změnou počtu a velikosti buněk lze demonstrovat přechod mezi jednotlivými stacionárními stavy.

Stabilitu struktury buněk vzhledem k malým poruchám můžeme demonstrovat narušením struktury mechanickým zásahem. Po zásahu se struktura relativně brzy obnoví. Rozměr buněk závisí na tloušťce vrstvy. Zmenšíme-li objem nádoby při zachování objemu (hmotnosti) kapaliny, nebo přilijeme-li olej do nádoby, rozměry buněk vzrostou.

Vznik konvekčních buněk můžeme velmi zjednodušeně, ale didakticky přínosně chápat jako analogii existence živého systému. Podobně jako Bénardovy buňky existují pouze při trvajícím gradientu teploty, existuje živý organismus závisle na dodávce energie přicházející ze Slunce zářením (záření „pohání“ fotosyntézu, díky níž se pak energie využívá k zajištění existence dalších živých organismů). Přestane-li přenos energie systémem (přestaneme zahřívát dno nádoby, vyhasne Slunce), zaniknou jak buňky Bénardovy, tak buňky živé.

Výzkum jevů, v nichž vznikají konvekční válce nebo buňky, má velký význam v meteorologii, oceánografii, při zabezpečování ventilace prostorů, či při studiu slunečních granulací.

### 3. CHEMICKÉ OSCILACE

---

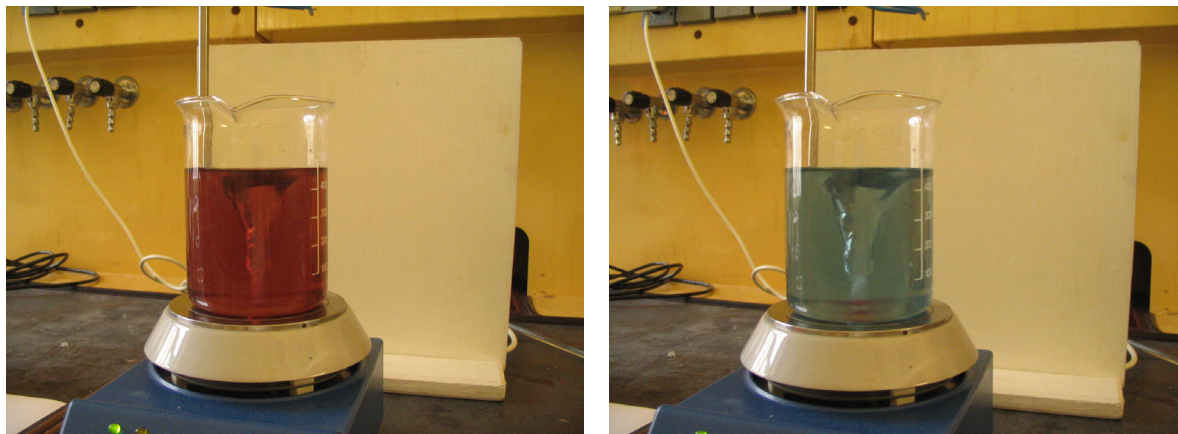
Dalším příkladem otevřeného systému a vzniku struktur jsou chemické oscilační reakce. Jde o autokatalytické reakce<sup>4</sup>, přičemž se současně s autokatalytickou látkou vytváří postupně látka inhibiční, která tuto autokatalytickou reakci inhibuje. Dochází tak k periodické oscilaci jednotlivých chemických komponent, včetně jednotlivých forem redoxních katalyzátorů, které se projevují barevným zbarvením. Můžeme pozorovat periodickou změnu zbarvení reakční

---

<sup>4</sup> Při autokatalytických reakcích vznikající látka dále katalyzuje vznik sebe sama, je příkladem pozitivní zpětné vazby.

směsi. Pokud bychom dodávali do reakční směsi neustále reaktanty a odebírali produkty, jak odpovídá otevřenému systému, šlo by o oscilace netlumené. Vzhledem k neustálému promíchávání systému koncentrační změny nastávají prakticky v celém objemu najednou. V tomto případě vznikají časové struktury. Tyto reakce se též nazývají chemické hodiny.

Nejznámější je Bělousova-Žabotinského reakce. Jde o oxidaci organické látky (například kyseliny malonové) bromičnanem, katalyzovanou redoxním katalyzátorem. Autokatalytickým meziproductem je zde kyselina bromitá, jako inhibitor zde působí vznikající bromid. Nejčastěji používanými redoxními systémy jsou  $\text{Ce}^{3+}/\text{Ce}^{4+}$  (bezbarvá/žlutá),  $\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}^{3+}$  (bezbarvá/růžová) a ferrin  $\text{Fe}^{2+}$ /ferroin  $\text{Fe}^{3+}$  (červená/modrá). Perioda je různá, řádově v desítkách sekund.



obr. 4: Střídání červené (ferroin) a modré (ferrin) barvy v Bělousovově-Žabotinského reakci [foto autor]

Briggsova-Rauscherova reakce je oxidace peroxidu vodíku a kyseliny malonové jodičnanem katalyzovaná manganatými ionty. Vznik jodidu a jodu lze zviditelnit přidáním škrobu (modrofialové zbarvení), perioda 10 s.



obr. 5: Briggsova-Rauscherova reakce [foto autor]

Vzhledem k tomu, že velká část biochemických reakcí probíhajících v živých organizmech je autokatalytických, můžeme pozorovat oscilace i v živém organismu. Příkladem jsou enzymové oscilace jako například oscilace glykolýzy pozorovaná u kvasinek.

Autokatalytické samouspořádávání bylo zjištěno na úrovni oligonukleotidů. V roztoku oligonukleotidů vznikaly autokatalyticky vícečetné řetězce nukleotidů, tedy molekuly RNA, která je předpokladem existence života.

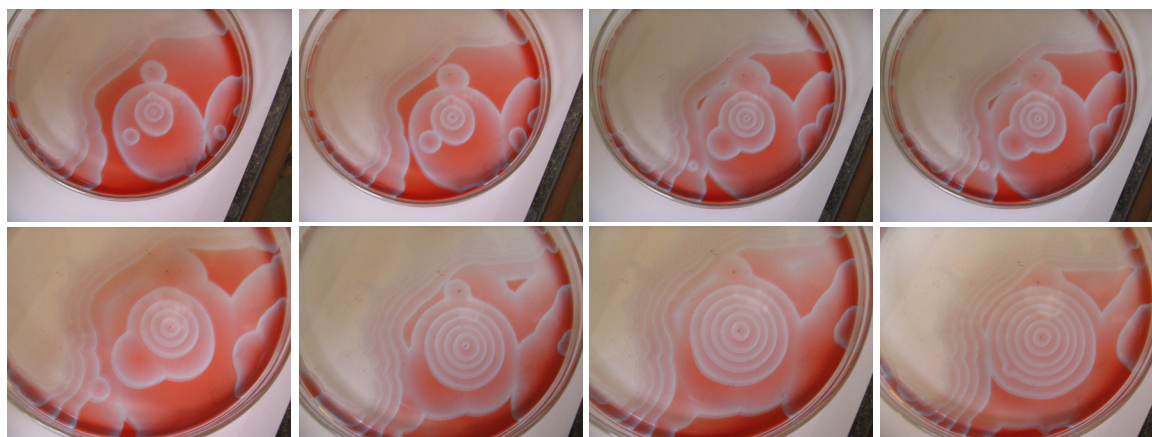
Oscilace na úrovni přepisu genetické informace do molekul proteinů jsou podstatou tzv. biologických hodin. Projevují se víceméně pravidelným opakováním určitých dějů v tělech organismů. Tyto rytmy jsou vnitřní, endogenní, nezávislé na vnějších podmínkách. Jejich perioda je velmi různorodá.



#### 4. CHEMICKÉ VLNY

Vznik chemických vln jako příklad nerovnovážné prostorové struktury, můžeme pozorovat v tenké vrstvě reakčního média pro Bělousovovu-Žabotinského reakci například na Petriho misce. Jde o spojení oscilační reakce a difúze.

Chemické oscilace začínají v tzv. iniciačních centrech. Ta jsou způsobena buď heterogenitami (například prachovými částicemi, plynovými bublinkami apod.), nebo vznikají v důsledku fluktuace koncentrací reagentů, které generují chemickou vlnu. Vznik iniciačního centra v důsledku fluktuace je typický případ citlivé závislosti na výchozích podmínkách u nerovnovážných systémů. Z iniciačního centra se šíří reagenty difúzí a autokatalyticky je spuštěna oscilační reakce v určité vzdálenosti od iniciačního centra. Reakci můžeme též iniciovat ponořením stříbrného drátku (stříbro se oxiduje, katalyzátor se redukuje).



obr. 6: Koncentrické vlny [foto autor]

Můžeme pozorovat vznik tří druhů vln. Koncentrické vlny vznikají v případě homogenní reakční směsi. Při přerušení koncentrické linie vznikají reverberátory. Při zániku jednoho z ramen reverberátoru vznikají spirálové vlny. Mohou mít tvar Archimédovy či logaritmické spirály.



obr. 7: Reverberátory a spirální vlny [foto autor]

Systémy, v nichž probíhají jak chemické reakce, tak i difúzní procesy, jsou popsány v případě dvousložkového systému soustavou diferenciálních rovnic:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} &= f(u, v) + D_u \cdot \Delta u, \\ \frac{\partial v}{\partial t} &= g(u, v) + D_v \cdot \Delta v. \end{aligned} \quad (3)$$



Zde  $u$ ,  $v$  jsou koncentrace složek (reagentů),  $D_u$ ,  $D_v$  jsou součinitelé difúze složek  $u$ ,  $v$ , nelineární výrazy  $f(u, v)$  a  $g(u, v)$  vyjadřují přírůstek (resp. úbytek) složek  $u$  a  $v$  jako důsledek chemické reakce. Předpokládá se, že v tomto systému každý bod (objemový element) reakčního prostoru koná či může konat autooscilace a že existuje difúzní spřažení mezi těmito body (objemovými elementy).

Soustava typu (3) popisuje nejen chemicko-difúzní procesy, ale i překvapivě mnoho důležitých procesů. Můžeme pomocí ní modelovat různé biologické procesy, například morfogenezi, vznik barevných vzorů (například na schránkách měkkýšů), či přenos vzruchu a vznik srdečních arytmií, ale také procesy, kterými se zabývá ekonomie, či sociologie.



obr. 8: Vznik vln v tenké vrstvě Bělousovově-Zabotinského reakčním médiu na Petriho misce [foto autor]

Jedním z nejzajímavějších příkladů vzniku uspořádání je morfogeneze (vznik mnohobuněčného jedince) hlenky *Dyctiostelium discoideum*. Hlenky řadíme do říše Houby (Fungi). Hlenky existují jako jednotlivé jednobuněčné améby živící se především bakteriemi (fáze trofická). Pokud jim dojde potrava, přecházejí do fáze reprodukční. Začnou produkovat cyklický adenosinmonofosfát (cAMP), který difunduje k dalším amébám. Jakmile další améby dostanou signál, začnou jednak také vytvářet cAMP, jednak se pohybují ve směru největší koncentrace cAMP. Původně stejnocenné buňky se postupně shlukují a v závislosti na vzdálenosti od shlukovacího centra (tj. hlenky, která díky fluktuaci potravy pod kritickou mez začala vytvářet cAMP a v okolí bylo dostatek dalších buněk reagujících na chemický signál) pod vlivem cAMP a jiných chemických signálů exprimují různé geny a diferencují se v několik základních typů. Při počtu asi 10 000 buněk vzniká mnohobuněčný jedinec, který je schopen se pohybovat určitým směrem, pak se usadit, vytvořit tzv. fruktifikační tělíčko a vytvořit spóry, z kterých vzniknou nové améby.

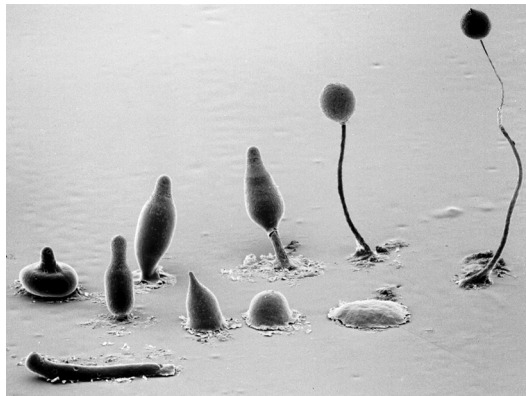
Jde tedy o autokatalytickou reakci – cAMP podporuje vznik sebe sama. Současně je však potřeba obnovy ATP z cAMP enzymem fosfodiesterázou<sup>5</sup>. Tento enzym zde tedy působí jako inhibitor shlukování. Vzniká oscilační reakce mezi cAMP a ATP. Díky difúzi cAMP i fosfodiesterázy se oscilace šíří jako chemická vlna. Shlukování améb probíhá tedy periodicky v jakýchsi pulsech.

Díky tomuto principu se tedy 10 000 zprvu stejnocenných buněk dokáže „domluvit“ a jako celek se někam pohybovat a vytvořit několik základních orgánů. Stejný princip mechanismu pulzního shlukování jako šíření chemické vlny efektně dokazuje i makroskopický pohled na shlukující se kolonii hlenek na následujících obrázcích. Můžeme zde pozorovat všechny druhy vln (koncentrické, spirálové i reverberátory). Pouze spirálové vlny zde vedou ke vzniku mnohobuněčného jedince.

<sup>5</sup> Systém adenylátcyklázy a fosfodiesterázy je běžný i v našem těle. cAMP však působí pouze intracelulárně jako tzv. druhý posel. Jako vnější signalizační molekuly zde působí řada hormonů stimulačních i inhibujících adenylátcyklázu. Přenos signálu přes membránu od receptoru k adenylátcykláze je uskutečněn tzv. G-proteiny, které hrají důležitou roli i v morfogenezi hlenky.



obr. 9: Shlukující se kolonie hlenek připomínající chemické vlny [6]



obr. 10: Vývoj mnohobuněčného stadia hlenky [8]

## 5. ZÁVĚR

---

Na poli nerovnovážné termodynamiky dochází k zajímavému spojení fyziky, chemie a biologie. Formou atraktivních pokusů prováděných na středních či některých vysokých školách můžeme studentům demonstrovat a přiblížit vznik nerovnovážných struktur s motivujícím odkazem na problematiku vzniku a existence živých organismů.

### Literatura:

- [1] Čihák R.: *Anatomie 3*. Avicenum, Grada, Praha 1997.
- [2] Horák J., Krlín L.: *Deterministický chaos*. Academia, Praha 1996.
- [3] Markoš A.: *Povstávání živého tvaru*. Vesmír **76**, č. 5 (1997), 284.
- [4] Prigogine I., Kondepudi D.: *Modern Thermodynamics*. John Wiley & Sons, Chichester 1998.
- [5] Schrödinger E.: *What is life? The Physical Aspects of the Living Cell*. Cambridge University, London 1944.
- [6] Ševčíková H.: *Chemické vlny v laboratoři i v přírodě*. Vesmír **75**, č. 3 (1996), 137.
- [7] Štrunc M., Kheilová M.: *Příklady vzniku disipativních struktur v nerovnovážných, nelineárních systémech*. VUT, Brno 1998.
- [8] <<http://dictybase.org>> *An Online Informatics Resource for Dictyostelium* (anglicky).
- [9] <<http://www.enseiht.fr/hmf/travaux/CD0001/travaux/optmfn/hi/hi.htm>> *Hydrodynamic instabilities* (anglicky).



## Jak se rodí čaj

Tomáš Č. Kučera, Zdeňka Chocholoušková, Plzeň

Proces výroby čaje jsme měli možnost sledovat při návštěvě Srí Lanky v únoru letošního roku. Tato známá pochutina pochází z Asie – světoznámé jsou čaje čínské, indické a samozřejmě také čaj cejlonský. Na Srí Lance se čajovník pěstuje zejména ve vyšších nadmořských výškách. Zdrojovou rostlinou čaje je čajovník čínský (*Camelia sinensis* nebo také *Thea sinensis*). Jedná se o dřevinu, která při hospodářském využívání obvykle vzrůst keře (nejčastěji do metru výšky); roste-li ale čajovník bez lidského zásahu, může mít vzrůst až patnáctimetrového stromu. Jak napovídá vědecký název, jedná se o druh příbuzný okrasné japonské kamélii. Méně známá je příbuznost k našim třezalkám – patří do společného řádu *Theales*.



obr. 1: Čajovník čínský (*Camelia sinensis*) – kvetoucí větévka



obr. 2: Čajovníková plantáž v oblasti Adams Peak na Srí Lance

Pro výrobu čaje se používají jednak vrcholové pupeny (je-li čaj tvořen pouze jimi, označuje se jako „Imperial“), jednak jedním až třemi nejmladšími lístky. Tyto části jsou obvykle sklizeny ručně. Na Srí Lance tuto práci zajišťují obvykle tamilské ženy. Odštípnuté větévky ukládají do vaků na zádech a ty pak sypou do velkých pytlů, které jsou svázeny do místa zpracování. V čajové „továrně“ potom probíhá několik procesů: zavadnutí, svinutí, fermentace, sušení, třídění a konečně balení čaje. To se týká výroby černého čaje. Výroba zeleného čaje je kratší o fáze vadnutí a fermentace, čerstvě sklizené listy jsou ale ošetřeny horkou párou, která inaktivuje enzymy, které při přípravě černého čaje odbourávají chlorofyl a uvolňují kofein.



obr. 3: Sklizeň čaje – tamilské ženy na plantáži



obr. 4: Sklizený čaj v továrně. Lísty teď budou několik hodin vadnout.





obr. 5: Zavadlé listy se svinují na speciálních strojích, aby v nich mohla probíhat fermentace.



obr. 6: Fermentace. Svinuté čajové listy se rovnají do silné vrstvy, v níž za přísně střežených podmínek (teplota a vlhkost) probíhají enzymatické přeměny látek – je odbouráván chlorofyl a třísloviny, uvolňují se aromatické látky a kofein.



obr. 7: Takhle vypadá hotový cejlonský černý čaj.



obr. 8: Vše je zabaleno a připraveno k odvozu...



## Získávání kaučuku na Srí Lance

Zdeňka Chocholoušková, Tomáš Č. Kučera, Plzeň

Průjezdem tropické Srí Lanky nelze minout kaučukovníkové plantáže. Pěstuje se zde kaučukovník brazilský (*Hevea brasiliensis*) z čeledi pryšcovitých (*Euphorbiaceae*) domácí v Jižní Americe, ale pěstovaný po celých tropech. Nápadné jsou přibližně 17–30 m vysoké stromy s trojčetnými listy a skvrnitými semeny, jejichž borka je v pruzích poraněna a z mléčnic vytéká bílá hmota – latex, která je jímána do rozpůlených skořápek kokosových ořechů.

Samovolně koaguluje, a proto se k němu přidávají další látky, nejčastěji amoniak, potaš, soda. Vše se nechá ve vaničkách 2–3 dny. Pak se bílá hmota, která se nazývá latex, suší, lisuje nejčastěji na ručních lisech na pláty, které se nechávají sušit (cca 1 týden), a nakonec se tyto pláty udí a tak se prodávají k dalšímu zpracování.

Tato surovina se dále zpracovává chemickou cestou (vulkanizace) a vzniká produkt označovaný jako pryž.



obr. 1: Kaučuková továrna



obr. 2: Plantáž kaučukovníku brazilského (*Hevea brasiliensis*)



obr. 3: Tobolky kaučukovníku se semeny



obr. 4: Vaničky s latexem a příměsí zabraňující koagulaci



obr. 5: Vaničky po 2–3 dnech



obr. 6: Lis na přípravu plátů z latexu



obr. 7: Sušící se pláty latexu



obr. 8: Uzené pláty



## Algologie ve výuce biologie a přírodopisu

Petra Vágnerová, Plzeň

Algologie je věda, která zkoumá sinice a řasy. Tyto skupiny nejsou v rámci biologie a přírodopisu probírány jako jeden tematický celek, ale sinice jsou součástí učiva o bakteriích a řasy jsou probírány jako součást botaniky. Sinice a řasy však tvoří jednotnou ekologickou skupinu, a proto je vhodné (vzhledem k zaváděné environmentální výchově) se jim věnovat společně. Na příkladu sinic a řas lze demonstrovat potravní vztahy ve vodních nádržích, koloběh uhlíku v přírodě nebo vliv činnosti člověka na kvalitu vod.

Jedním z hlavních trendů současného školství je vést žáky a studenty k tomu, aby získávali nové vědomosti a dovednosti prostřednictvím praktických činností – pozorováním a experimentem. Učební látka týkající se sinic a řas je však většinou pouze odvykláda a praktická pozorování nebývají do výuky zařazena. Pro žáky se sinice a řasy následně stávají abstraktními organizmy, které sice existují, ale které nikdy neviděli. Tento problém vyplývá z toho, že se jedná o organizmy většinou mikroskopické a tedy hůře rozpoznatelné. Následující text charakterizuje sinice a řasy jako skupinu, přináší informace o jejich sběru a fixaci, a vyzdvihuje druhy vhodné pro výuku.

Sinice a řasy tvoří skupinu organismů, kterou souhrnně nazýváme *Algae*. Jedná se o skupinu, kterou můžeme charakterizovat výčtem několika společných znaků. Sinice a řasy jsou fotoautotrofní organizmy. Jejich fotosyntéza je založena na dvou fotosystémech a je spojena s produkcí kyslíku. Jako asimilační barvivo je vždy přítomen chlorofyl *a*. Tělo sinic a řas se nazývá stélka. Rozeznáváme několik typů stélek, které zároveň představují jednotlivé vývojové stupně sinic a řas. V přírodě hrají důležitou roli primárních producentů – fytoplankton je největším producentem biomasy ve sladkých i slaných vodách. Jejich život je většinou krátký, rychle rostou a rychle se množí. Rozpadem jejich těl vzniká detritus (organická hmota), který se stává potravou pro drobné vodní živočichy. Fytoplankton oceánů je jediným zdrojem rostlinné hmoty pro výživu pelagiálních živočichů (Fott, 1967).

Sinice a řasy mění také fyzikálně chemické vlastnosti vody. Na jejich přítomnosti závisí průhlednost, turbidita (zákal) a barva vody (Fott, 1967). Odčerpávají z vody oxid uhličitý, a tím ovlivňují uhlíčitanový systém. Naopak produkcí kyslíku doplňují jeho množství ve vodě a umožňují dýchání organismů. Asimilací organických látek sinice a řasy urychlují samočisticí proces ve vodě.

Narůstající eutrofizace moří a pevninských vod umožňuje vysokou produktivitu sinic a řas. Pokud dojde k přemnožení, kvalita vody pak dále klesá. Živé i odumírající buňky do vody uvolňují různé organické látky včetně toxinů.

Zařazení v systému organismů (Kalina, Váňa, 2005)

**Impérium:** Archea

**Impérium:** Prokaryota

Říše: Bakterie (*Bacteria*) – Odd.: Sinice (*Cyanobacteria*)

**Impérium:** Eukaryota

1. Říše: Prvoci (*Protozoa*) – Krásnoočka (*Euglenophyta*), Obrněnky (*Dinophyta*)

2. Říše: Chromista – Skrytěnky (*Cryptophyta*), *Heterokontophyta*, *Haptophyta*

3. Říše: Houby (*Fungi*)

4. Říše: Rostliny (*Plantae*) – Ruduchy (*Rhodophyta*), Zelené řasy (*Chlorophyta*), Parožnatky (*Charophyta*)

5. Říše: Živočichové (*Animalia*)

## VÝZNAM SINIC A ŘAS PRO ČLOVĚKA

---

Sinice a řasy jsou organismy, které jsou schopny během krátké doby vytvořit obrovské množství biomasy, a některé z nich navíc obsahují látky, které lze využít v medicíně či zemědělství.

Stélky některých sinic a řas slouží jako potrava v zemích Dálného východu. Například v Japonsku se pěstují ve velkém stélky ruduchy rodu *Porphyra*. V současné době jsou její kultivace, sklizeň i zpracování plně mechanizované. Pokrmy z řas však mají dlouhou tradici i na Britských ostrovech, v Jižní a Severní Americe.

Sinice řádu *Nostocales* se využívají k hnojení rýžových polí v Indii. Zde je klíčová jejich schopnost vázat plynný dusík a tím jej zpřístupňovat vyšším rostlinám.

V nedávné době nabyla na významu také kultivace mikroskopických sinic (*Arthrospira*) a řas (*Dunaliella*, *Chlamydomonas*, *Haematococcus*, *Chlorella*). Vysoký obsah nukleových kyselin a přítomnost alergizujících látek však omezily možnosti jejich využití. Povolené denní dávky preparátů z *Arthrospiry* či *Chlorelly* jsou jen několik gramů.

Planktonní druhy bývají častou složkou vodního květu, který tvoří nejen některé druhy sinic (*Microcystis aeruginosa*, *Anabaena flos-aquae* a další), ale také některé řasy. K jeho vzniku přispívá několik faktorů. Vodní květ vzniká ve vodách eutrofizovaných, to znamená ve vodách se zvýšeným obsahem živin, především fosforu. Fosfor se do vod dostává ve velké míře činností člověka – například z hnojiv nebo pracích prostředků. Dalším faktorem je počasí, vodní květ vzniká obvykle za slunečného počasí, nejčastěji koncem jara a během léta. Vliv má také obsádka ryb, menší obsádka s absencí dravých ryb přispívá ke vzniku vodního květu. Sinice produkují mnohé toxiny (například anatoxin či microcystin), které mohou způsobit úhyn ryb a u lidí alergické reakce, nebo i jiná vážnější onemocnění. Odumírající buňky sinic se rozkládají a tím se snižuje množství kyslíku ve vodě. Důsledkem jsou nižší výnosy rybníků, změna druhového složení a úhyny ryb (Kalina, 1997).

## RODY VHODNÉ PRO VYUŽITÍ VE VÝUCE A KDE JE NAJÍT

---

### Sinice

Vhodné jsou především sinice s vláknitou stélkou, jednobuněčné sinice jsou příliš drobné a v mikroskopech s menším zvětšením a horší optickou kvalitou by bylo jejich pozorování problematické či nemožné.

#### Růžencovka (*Anabaena* sp.)

Růžencovka je vláknitá sinice, která tvoří specializované buňky, heterocyty a akinety. Vlákna jsou poměrně dobře pozorovatelná i v mikroskopech s menším maximálním zvětšením (zvětšení 200krát). Je hojná v planktonu rybníků. Tvoří vodní květ. Lze ji také objednat ze Sbirky autotrofních organismů Botanického ústavu Akademie věd v Třeboni (dále jen BÚ Třeboň).



#### Drkalka (*Oscillatoria* sp.)

Drkalka je vláknitá sinice, která netvoří heterocyty ani akinety. Můžeme pozorovat zášku-by nebo klouzavý pohyb vláken – odtud název drkalka. Netvoří vodní květ. Častá je v bentosu rybníků a jezer nebo také v akváriích, kde porůstá kameny i stěny akvária.

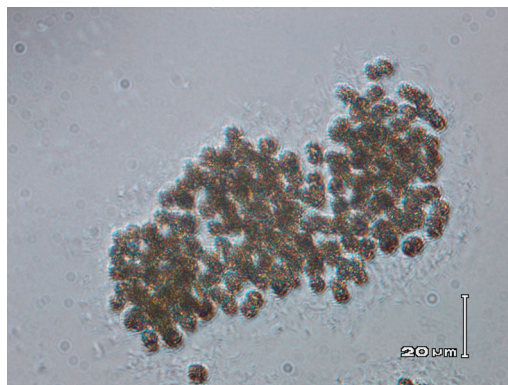
Drkalka a růžencovka mají dobře patrné rozpoznávací znaky, lze proto zařadit úlohu na jejich rozlišení.

***Aphanothece stagnina***

Sinice s kokální stélkou, tvoří makroskopické kolonie kulovitěho tvaru. Po rozmáčknutí kolonie jsou dobře patrné oválné buňky. Kolonie nacházíme na dně a v litorálu tůní a rybníků, uvolněné kolonie plavou na hladině.

***Microcystis aeruginosa***

Jedná se o velmi hojnou sinici především v rybnících koncem jara a v létě. Často tvoří vodní květy. Poznáme ji podle charakteristického vzhledu kolonie.



**Řasy**

***Ruducha Porphyridium***

Jedná se o zástupce ruduch. Je to kokální řasa, výrazně červeně zbarvená. Porůstá vlhké zdivo a půdu. Častá je na povrchu rašelinného substrátu ve sklenících. Je to jediná ruducha, kterou si lze objednat v kultuře (BÚ Třeboň). V přírodě lze nalézt makroskopické ruduchy, například potěrku (*Batrachospermum* sp.), která roste v rašelinných tůňkách, pramenech a čistých horských tocích.

**Rozsivky (*Bacillariophyceae*)**

Jedná se o kokální hnědé řasy s dvoudílnou křemitou schránkou. Dají se snadno najít v přírodě, porůstají povrch ponořených rostlin i kamenů. Pozorujeme potom směsný vzorek různých druhů rozsivek. Získat se dají také seškrábáním z listů rostlin v akváriu.

**Posypanka (*Vaucheria*)**

Řasa patří do skupiny různobrvků (*Xanthophyceae*). Má trubicovitou stélku. Roste na vlhké půdě, na dně potoků a mělkých tůní. Lze ji objednat ze Sbírký řas katedry botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze (dále jen PŘF UK).

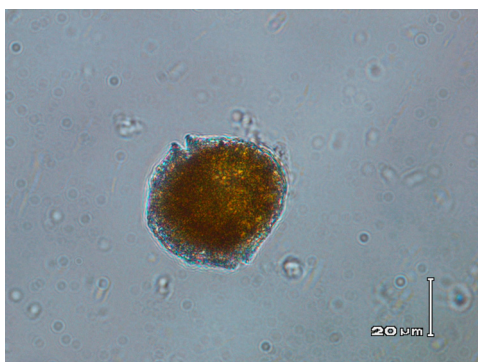
**Krásnoočko (*Euglena*)**

Krásnoočka jsou bičíkovci, kteří žijí často v eutrofizovaných vodách (vody s vysokým obsahem živin, návesní rybníky, vodní jímky) a jsou tudíž bioindikátory těchto vod. Jsou velmi vděčným objektem pozorování, studenti mohou sledovat jejich pohyb, buněčnou stavbu (chloroplasty, stigma, ...), proměnlivost tvaru buňky atp. Lze je objednat z kultur na PŘF UK a na BÚ Třeboň.



**Obrněnky (*Dinophyta*)**

V planktonu našich rybníků jsou velmi hojné především dva rody: *Peridinium* a *Ceratium*.



*Peridinium*



*Ceratium*



### **Pláštěnka (*Chlamydomonas*)**

Pláštěnka je bičíkovec kapkovitého tvaru, má dva bičíky a pevnou buněčnou stěnu (chlammys), proto má stálý tvar buňky. Je součástí planktonu rybníků a menších nádrží. Studenti ji mohou porovnat s krásnoočkem a procvičit si tak své pozorovací schopnosti. Pláštěnku lze objednat z kultury na PřF UK.

### **Řetízovka (*Desmodesmus*)**

Jedná se o kokální zelenou řasu, která tvoří cenobia. Je velice hojná v planktonu našich rybníků a lze ji také objednat na PřF UK.

### **Pediastrum**

*Pediastrum* je kokální zelená řasa, která tvoří hvězdicovitá cenobia. Je hojná v planktonu vodních nádrží i pomalu tekoucích řek. Tato řasa se velmi dobře mikroskopuje, cenobia bývají dost velká. Lze objednat na PřF UK.



### **Žabí vlas (*Cladophora*)**

Zelená řasa se sifonokladální stélkou, která je bohatě větvená. Je velice hojná v mořích i sladkých vodách – na kamenech v proudící vodě eutrofních potoků a řek (*Cladophora glomerata*). Druh *Cladophora aegagropila* lze zakoupit v akvaristice pod názvem mechová koule. Tato řasa je vhodná pro mikroskopování i makroskopické pozorování stélky.

### ***Cosmarium* a jiné krásivky**

Tato řasa patří mezi krásivky (spájivky) a je to jediná krásivka, která je v Čechách v kultuře (BÚ Třeboň). V přírodě se vyskytuje například v planktonu stojatých vod. Krásivky bývají hojné také v rašelinných tůňkách.



### **Šroubatka (*Spirogyra*)**

Vláknitá zelená řasa patří mezi spájivky. Tvoří jemná vlákna, která porůstají ponořené rostliny a kameny například v rybnících.

### ***Trentepohlia umbrina***

Tato vláknitá zelená řasa tvoří hnědé až hnědočervené vatovité povlaky na borce stromů. Lze ji uchovávat v suchém stavu. Je vhodná pro demonstraci aerofytních řas, jako je další známá řasa zrněnka.

## **ODBĚRY, FIXACE**

---

Živý materiál odebíráme většinou do širokohrdých plastických lahví. Pokud je vzorek hustší, stačí odebrat menší množství. Vzorky uchováváme v chladu; s rostoucí teplotou klesá rozpustnost plynů ve vodě a mění se její pH. Rovněž je důležité ze vzorku odstranit zooplankton a larvy. Jejich uhynutím začínají hnilobné procesy, které rovněž přispívají ke znehodnocení materiálu.

K odběru planktonu používáme například planktonní síť, které nám pomohou většinou řídký vzorek zahustit. Tímto způsobem však přicházíme o nanoplankton, který prochází i nejhustší sítí.

Pokud chceme získat celkový obraz o složení fytoplanktonu, využijeme sedimentaci: vzorek nejprve fixujeme 2% formalinem, poté jej vlijeme do odměrného válce a přikryjeme Petriho miskou. Po 2–3 dnech tekutinu nad sedimentem opatrně odsajeme či odlijeme. Fixací

však dochází ke změnám buněk, a proto je lepší vzorek zahustit odstředěním pomocí centrifugy. Postačí 2 000 otáček za minutu po dobu 5 až 7 minut.

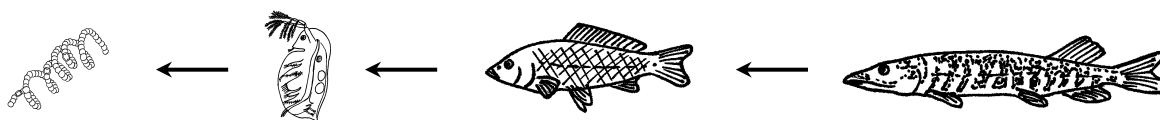
Sběr perifytonu provádíme přímo seškrábáním z povrchu substrátu (ponořené rostliny, kameny, větve, vrstva spadaneho listí). K odběru bentických řas použijeme například delší pipetu s gumovým balónkem, vláknité řasy odebíráme pinzetou nebo rukou. (Hadač a kol., 1964)

### PŘÍKLADY UČEBNÍCH ÚLOH

---

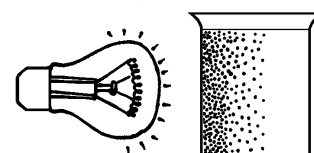
1. Jedním z faktorů vzniku vodního květu je velikost a složení rybí obsádky. Potravní řetězec znázorňuje potravní vztahy mezi rybami, jejich kořistí hrotnatkami (*Daphnia*) a jejich kořistí nanoplanktonem (sinice).

Co by se stalo, kdyby v rybníce chyběly dravé ryby?



*Přemnožily by se planktonožravé ryby, ty by vyžraly hrotnatky a sinice by se přemnožily a mohl by vzniknout vodní květ.*

2. Přiblížte kádinku či zkumavku s krásnoočky ke světlu (například k žárovce lampičky) a pozorujte. Co se děje v kádince? Pozorovaný jev nazvěte.



*Krásnoočka se pohybuje ke světlu, což se projevuje tak, že zelený zákal je sytější u světla, na opačné straně kádinky je světlejší. Jev se nazývá fototaxe.*

### Literatura:

- [1] Fott B.: *Sinice a řasy*. Academia, Praha 1967.
- [2] Kalina T.: *Systém a vývoj sinic a řas*. Karolinum, Praha 1997.
- [3] Hadač E. a kol.: *Práce s rostlinným materiálem*. SPN, Praha 1964.
- [4] Kalina T., Váňa J.: *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Karolinum, Praha 2005.

## Pelagičtí trilobiti a ordovický glaciál

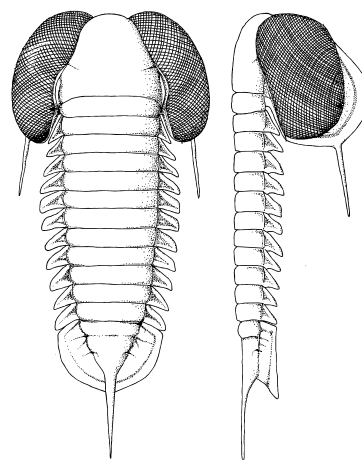
Michal Mergl, Plzeň

Trilobiti jsou skupinou členovců, která byla význačná pro prvohorní, zejména kambrická až devonská moře. Vysoká tvarová diverzita a různá velikost trilobitů ukazuje na nejružnější ekologická přizpůsobení. Přesto trilobiti patřili ke špatným plavcům. Pohybovali se po dně nebo do dna žili dokonce zahrabáni. Svědčí o tom četné stopy, tzv. ichnofosilie, po jejich lezení nebo hrabání. Takové fosilie bývají označovány jako *Rusophycus* a *Cruziana* a jsou časté zejména na původních písčitých a bahnotpisčitých dnech mělčin.

Ve spodním ordoviku (asi před 480 miliony let) se z několika evolučních linií trilobitů odštěpují skupiny, které přešly k aktivnímu plavání ve vodním sloupci. To jim umožnilo osídlit otevřené vody okrajů pevnin, hluboké části vnitřních moří a okraje oceánů, ve kterých, s výjimkou nečetných hlavonožců, nekton doposud chyběl.

Těmito skupinami byly především cyklopygidní trilobiti a některé rody z jiných skupin trilobitů: *Opipeuter*, *Carolinites*, *Girvanopyge*, *Telephina* a *Bohemilla*. Při porovnání vzhledu krunýřů těchto trilobitů, fylogeneticky patřících různým skupinám, můžeme pozorovat četné evoluční konvergence.

V první řadě je to zúžení až téměř vymizení pleurální části trupových článků a s tím související rozšíření a vyklenutí osní části trupu. Tyto změny souvisí s potřebou silnějšího svalstva plovacích končetin, které je upnuto na osní část trupu. Končetiny, u bentických forem více či méně zakryté a chráněné pleurální částí segmentů, jsou zde naopak protažené mimo pleurální část, které tak u volně plovoucích trilobitů ztrácí ochrannou funkci. Končetiny pak mohly efektivněji veslovat vodou. Redukce pleurální části také snížila váhu krunýře, což je adaptace pro volně plovoucí živočichy výhodná. Redukci postranních laloků, tedy obdoby pleurálních částí trupové části krunýře, můžeme



obr. 1: *Opipeuter inconnivus*, typický představitel epipelagických remopleuridních trilobitů středního ordoviku tropické zóny



obr. 2: Složené oko cyklopygidních trilobitů, v tomto případě druhu *Pricyclopyge prisca* ze šareckého souvrství, je složeno z tisíců ommatidií.

pozorovat i u ocasního štítu (pygidia) a také na hlavovém štítu (cephalonu). U cephalonu v těchto částech, tzv. lících, leží slepé výběžky žaludku, dobře patrné u trilobitů živících se na dně detritem. Možným vysvětlením redukce lící u nektonních trilobitů je vydatnější zdroj potravy, tedy zooplankton a drobný nekton, který byl tráven větším žaludkem bez slepých výběžků jen pod silně klenutou střední částí hlavy (glabelou).

Jinou významnou adaptací je zvětšení zorného pole párových složených očí trilobitů. U plovoucích živočichů má co nejširší zorné pole velký význam, neboť predace na ně může, na rozdíl od bentických živočichů, přijít z kteréhokoliv směru. Důsledkem je hypertrofie složených očí, jejichž zřecí plocha zahrnuje nejen dorsální stranu a boky, ale dochází ke zvětšování očí i na ventrální stranu a jejich expanzi ve frontální části krunýře. Výsledkem je pak pár očí, které doslova obklopují hlavový krunýř a které se na přední části hlavy dotýkají nebo dokonce splývají. U některých forem pak vzniká jediný op-



tický orgán umožňující zření všemi směry, který dal cyklopygidním trilobitům i název; Kyklop byl v řecké mytologii obr s jediným okem.

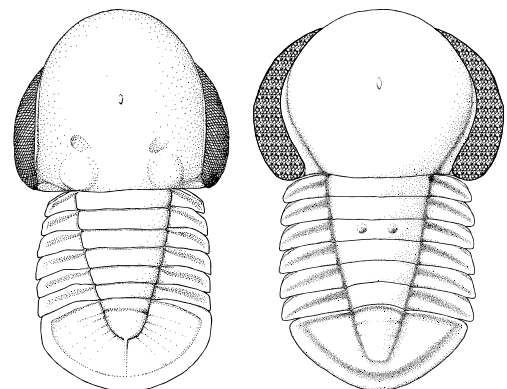
U některých nektonních rodů je nápadný dlouhý trn na pygidiu (*Carolinites*), pár dlouhých trnů po stranách hlavy (*Bohemilla*, *Telephina*) nebo trny na konci pleur trupu (*Pricyclopyge*). Tyto trny kromě zvětšení plochy a tedy snazšího vznášení a plavání vodním sloupcem mohly mít i balanční význam při udržování rovnováhy, nebo mohly sloužit jako křídelní plochy.

U nektonních živočichů je významným faktorem schopnost vznášet se s co nejmenší námahou ve vodním sloupci. Slouží k tomu různá zařízení, která snižují specifickou váhu živočicha, například přítomnost tukových látek nebo plynových komor v těle či schránce. U trilobitů taková přizpůsobení neznáme i pokud existovala, neboť nemají šanci se zachovat ve fosilním stavu. Velká, silně klenutá glabela u cyklopygidních trilobitů má, alespoň podle názorů badatelů zabývající se touto skupinou, odlišnou funkci. Při plavání směrem vpřed dochází o obtékání glabely vodou a ke vzniku vztlaku, stejně jako je tomu při obtékání vzduchu okolo křídla při letu letadla. Výsledný tah směrem vzhůru umožňoval trilobitům s touto morfologií neklesat, respektive stoupat při dopředném plavání.

Všichni předpokládání nektonní trilobiti mají ideální hydrodynamický, větvenovitý až protaženě kapkovitý tvar, s elegantně zaobleným hlavovým štítem. Mají také hladký povrch krunýře, bez výčnělků nebo granulace. Na povrchu jejich krunýře jsou však patrné velmi jemné vláskovité linie, dokonale proudnicovitě uspořádané. Tyto linie zřejmě zabraňovaly vzniku turbulentního proudění při obtékání vody okolo krunýře při plavání. Linie tedy snižovaly energetickou náročnost a umožňovaly lepší kontrolu směru při plavání.

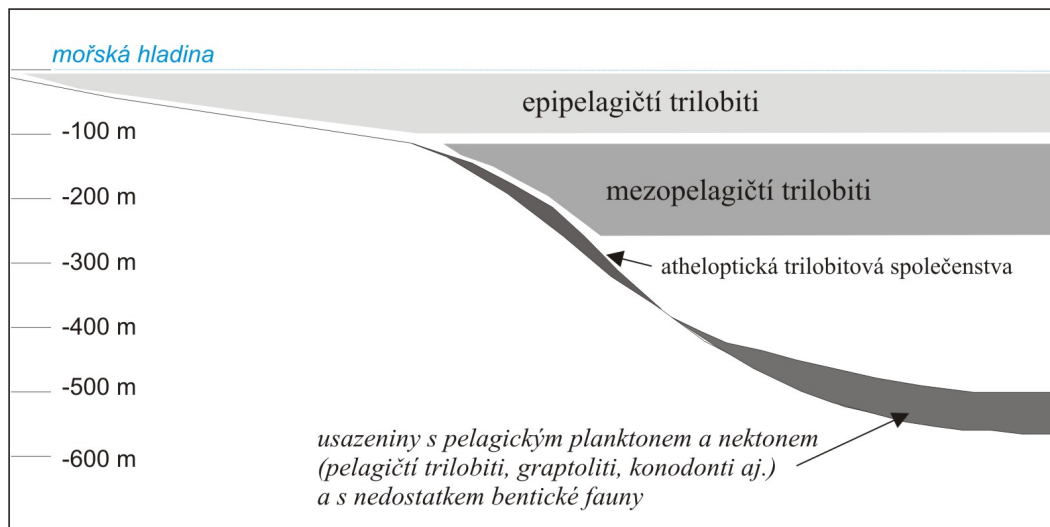
U některých cyklopygidních trilobitů jsou na trupových člancích patrné párovité prohlubně po neznámých orgánech. Tyto jamky bývají někdy interpretovány jako sídla luminiscenčních orgánů, tedy zařízení charakteristických pro hlubinné, ve tmě nebo v zastíněném prostoru žijící živočichy.

O prostředí a hloubce nektonních trilobitů můžeme usuzovat nepřímou. Skutečnost, že jejich zbytky bývají přítomny spíše v hlubokovodních sedimentech, navíc v sedimentech s nedostatkem jiné bentické fauny, dokládá plavání výše nade dnem. Nejčastější jsou v usazeninách vnějšího šelfu, tedy v hloubkách 100 a více metrů. Z hypertrofie očí lze usuzovat, že minimálně cyklopygidní trilobiti dávali přednost vodám zastíněným. Tomu odpovídají hloubky okolo 100–200 m, což dobře odpovídá předpokládané vyšší hloubce dna. Proto cyklopygidní trilobity lze považovat za typické paleozoické představitele mezopelagických společenstev. Podobně hypertrofované oči mají dnešní korýši žijící v těchto hloubkách, zatímco typy ve větších hloubkách mají oči redukované nebo jsou živočichové zcela slepí. Takové ve tmě žijící hlubokovodní trilobitové fauny s převahou slepých trilobitů nebo typů se silně redukovanými očima nazýváme atheloptická společenstva. Nacházíme je v usazeninách společně s cyklopygidními trilobity, tedy nepochybně hlouběji, nežli bylo prostředí obývané cyklopygidními trilobity. Podle rekonstruované hloubky při okrajích paleokontinentů, se dokonce ukazuje, že menší cyklopygidní trilobiti (*Cyclopyge*, *Microparia*, *Pricyclopyge*, *Prospectatrix*) plavali v mělkých vodách (100 až 200 m), zatímco otevřené hlubší vody osídlovali cyklopygidi větší (*Degamella*, *Ellipsotaphrus*, *Psilacella*, *Symphysops*) a s nimi někteří morfologicky velmi podobní remopleuridní trilobiti (*Girvanopyge*). Výskyt cyklopygidních trilobitů v mělkovodních usazeninách je velmi ojedinělý a zdá se, že se jedná pak spíše o „zatoulance“ vyplavené do mělkých vod nenadálými



obr. 3: Dva typické české druhy cyklopygidních trilobitů středního ordoviku: *Cyclopyge umbonata bohemica* (vlevo) a *Pricyclopyge binodosa* (vpravo)

událostmi. Cyklopygidní biofacie, jak se sedimentační prostor se zachovanými mesopelagickými trilobity nazývá, je charakteristická pro vnější okraje paleokontinentů, avšak jen pevnin ležících ve vyšších zeměpisných šířkách. Z toho je patrné, že výskyt cyklopygidních trilobitů byl klimaticky kontrolován a že tato skupina preferovala moře s chladnými vodami. Proto cyklopygidní trilobity nacházíme podél chladných břehů Gondwany a na periferii paleokontinentu Baltiky. Cyklopygidní trilobiti jsou charakteristickou složkou hlubokovodních trilobitových faun v Čechách, Německu, Francii, Velké Británii, Španělsku, severní Africe, Turecku, jižním Švédsku a Norsku, Argentině a některých oblastí v Číně, zatímco z tropických usazenin této doby je prakticky neznáme.



obr. 4: Předpokládaná hloubková zonalita hlavních trilobitových biofacií v ordoviku mírného pásu

V tropickém pásu cyklopygidní trilobiti chyběli. Aktivně plovoucí trilobiti zde žili v malých hloubkách, v oteplených vodách při hladině v rámci fotické zóny, tj. do hloubek asi 100 m. Tento epipelagický způsob života limitoval jejich paleogeografické rozšíření. I když žili v otevřených vodách, jejich výskyt je omezen jen na teplé vody tropického pásu. Povrchové mořské proudy tyto trilobity (*Carolinites*, *Opipeuter*, *Telephina*) roznášely na sousedící paleokontinenty tropické zóny (Laurentie, tropická část Gondwany).

O způsobu obživy mesopelagických, tj. především cyklopygidních trilobitů, můžeme předpokládat, že aktivně lovili drobnou kořist. Velké oči umožňovaly nejen spatření případného většího predátora, ale cyklopygidům umožňovaly i vyhledání kořisti v zastíněném prostředí mesopelagické zóny. Někteří větší předpokládaní mesopelagičtí trilobiti, například velcí cyklopygidi (*Priscyclopyge*) a podobně vypadající *Parabarrandia* mohli lovit i mladé nebo jiné malé cyklopygidní a remopleuridní trilobity.

Svět mesopelagických cyklopygidních trilobitů zmizel náhle na počátku zalednění ve svrchním ordoviku. Expanze chladného klimatu do nižších zeměpisných šířek cyklopygidům preferujícím chladné vody jižní polokoule paradoxně neprospěla. Příčinou mohly být změny mořských proudů, nedostatek živin v povrchových vodách vedoucí k vymizení jejich potravy nebo celý souhrn dalších příčin. Před zaledněním je ve fosilních záznamech etapa krátkého, avšak intenzivního oteplení. Mohl se tím velmi zúžit existenční prostor pro tuto skupinu trilobitů, který byl dále velmi rychle zlikvidován nástupem ochlazení. I epipelagičtí trilobiti tropické zóny byli zaledněním postiženi; zmizela rozsáhlá tropická moře a teplovodní remopleuridní a telephidní trilobiti vymírají. Ústup ledovce na konci ordoviku a postupné oteplování klimatu na počátku siluru sice umožnilo obnovu a postupnou expanzi teplovodních faun do vyšších zeměpisných šířek, ale již nevedlo k obnovení mesopelagických trilobitových společenstev. Cyklopygidní, remopleuridní i další pelagičtí trilobiti zalednění nepřezívají a uvolněné ekologické niky otevřených vod byly osídleny jinou nektonní skupinou – hlavonožci.

## Určování ptactva v přírodě

Petra Prknová, Plzeň

Se zástupci třídy ptáci (Aves) se můžeme setkat v každém ročním období a téměř kdekoli. Mnoho druhů se úspěšně přizpůsobilo změnám prostředí způsobeným člověkem. Ptáci se naučili žít v jeho blízkosti a stali se z nich tedy druhy synantropní.

Dnes se s mnoha druhy setkáváme přímo v ulicích Plzně a přirozeně bychom rádi věděli, jaký druh právě pozorujeme. Čím se tedy při určování ptáků můžeme řídit? Ptáci bohužel nečekají, až uspějeme s jejich určením (determinací) a většinou rychle odlétnou. Proto si při pozorování ptáků v terénu musíme rychle všimnout pokud možno co nejvíce znaků. Sledujeme velikost jedince, zobák, ocas, kostřec (oblast shora nad ocasem), tvar křídel, případně siluetu, zbarvení, pohyb, hlasové projevy.

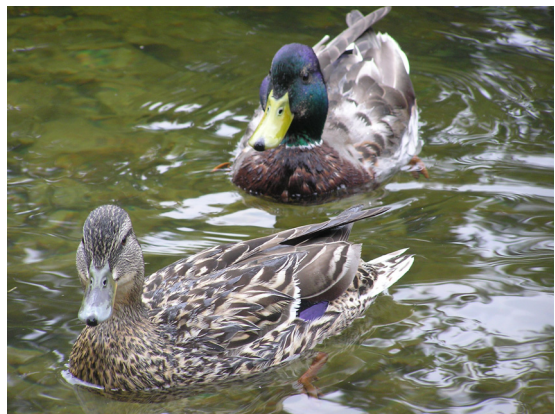
Důležité je i roční období, kdy jedince pozorujeme. Mnoho našich ptačích druhů na zimu odlétá do teplejších oblastí. Často se jedná o hmyzožravé ptáky (vlaštovka obecná, jiříčka obecná, pěnice, budníčci, rákosníci, ...), kteří by u nás přes zimu neměli dostatek vhodné potravy. Na druhé straně existují i druhy, které u nás nalezneme jenom v zimě a v hnízdní sezóně už je nezastihneme: brkoslav severní – často ve větších hejnech, pěnkava jikavec; na vodních tocích lze spatřit potáplice, morčáka velkého, hohola severního, ...

K úspěšnému určení pozorovaného druhu přispívá i prostředí, ve kterém jedince pozorujeme. Mnoho ptačích druhů preferuje určitý typ životního prostředí (biotop), je přizpůsobeno životu v něm, umí si zde nalézt vhodnou potravu i hnízdní úkryty atd. A tak například v jehličnatém lese nalezneme králíčka obecného, králíčka ohnivého, lelka lesního, křivku obecnou, na polích a mezích křepelku polní, koroptev polní, bažanta obecného, skřivana polního a jiné druhy zase na loukách, v zahradách, mokřadech atd.

Prvním z výše uvedených znaků, které nám mohou pomoci při determinaci, je velikost. Ta nám často pomáhá k odlišení druhů jinak vzhledově podobných, jako je například výr velký a kalous ušatý (oproti výroví má kalous přibližně poloviční velikost), káně lesní a orel skalní, rákosník velký (19 cm) a rákosník obecný (13 cm) atd.



obr. 1: Pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*)  
(foto Petra Prknová)



obr. 2: Kachna divoká (*Anas platyrhynchos*)  
(foto Petra Prknová)

Rovněž lze při určování sledovat tvar zobáku. Tvar zobáku současně napovídá také mnoho o tom, jakou potravou se pták živí. Tenký, pinzetovitý zobáček u pěnic, rákosníků, rehka domáciho i zahradního slouží výhradně ke sbírání hmyzu. Silný zobák k rozlouskávání různých semen má zvonek zelený, pěnkava obecná, dlask tlustozobý, ... Speciální zobák vrubozobých (kachna divoká, labuť velká, ...) s vroubkou po stranách slouží k procezování vody a zachycování částeczek potravy. Tenký, citlivý zobák používají například bahňáci (jespáci, vodouši, ...) ke hledání potravy v bahně.



Pokud se pokoušíme určit druh za letu, důležitým znakem se může stát ptačí silueta, tvar ocasu i tvar křídel. Silueta hraje významnou roli zejména při určování dravců. Právě dravce lze nejčastěji spatřit proti obloze, což znemožňuje vidět jejich plné zbarvení. Podle siluety je například možné velice dobře odlišit sokolovité dravce s ostře zakončenými, zahnutými křídly od káně s rovnými, prstovitě zakončenými křídly. Vykrojení ocasu je typické pro skupinu luňáků, přičemž hlubší vykrojení lze pozorovat u méně vzácného luňáka červeného. I běžnější druhy, jako je jiříčka a vlaštovka, lze takto při pozorování proti obloze od sebe snadno odlišit. Vlaštovka je typická výrazně hlubším vykrojením ocasu ve srovnání s jiříčkou.

Zbarvení nadocasní části, které říkáme kostřec, je lépe vidět za letu a rovněž pomáhá při druhovém určení. Jiříčka má bílý kostřec narozdíl od jeho tmavého zbarvení u vlaštovky. Výrazně bílý kostřec má také například sojka obecná a další.

Pokud určujeme ptačí druh podle zbarvení těla, musíme brát v úvahu několik faktů. Zbarvení jedinců jednoho druhu může být různé s ohledem na konkrétního jedince, roční dobu, stáří ptáka, pohlaví. Rozdílně zbarvená pohlaví lze nalézt u mnoha ptačích druhů. Sameček bývá obvykle pestřejší, svým zbarvením láká samičku, dokazuje svou dobrou kondici a současně opticky odrazuje jiné samce. Rozdílné zbarvení samce a samice může být zachováno po celý rok, jako je tomu například u hýla obecného, žluvy hajní, ... Existuje rovněž tzv. svatební šat samce, který je často velmi pestrý, slouží k přilákání samičky a k odrazení konkurenčních samců. Takové zbarvení ale vede k snazšímu objevení dravcem (predátorem), proto je po skončení hnízdní sezóny svatební šat pelicháním vyměněn za tzv. šat prostý. Zbarvení ptačího peří vzniká buď ukládáním pigmentů, jako je žlutavý až černý melanin, žluté až červené karotenoidy atd. do peří v průběhu jeho tvorby, nebo nanášením pigmentů ze žláz na již zformované pero, případně lomem a odrazem světla na strukturách pera (lesk kolibříků, ...).

Zpěv je dalším, velice významným určovacím znakem. Mnoho ptáků žije skrytě, snadno unikají naší pozornosti a přitom často jde o běžné druhy. Proto jsou jakékoliv zvukové projevy ptáků důležitým vodítkem pro jejich určení. Zpěv je typický výhradně pro samce z řádu pěvců (Passeriformes). Zpěvem si ptáci označují své území (teritorium) a zároveň lákají samičku. Proto častěji zpívají na jaře, tedy v hnízdním období. Ostatní projevy se označují jako hlas, který mohou vydávat samci, samice i mláďata. Patří sem například varování před nebezpečím, volání mláďat na rodiče a další typy komunikace. Hlas však nikdy není dostatečně specifický narozdíl od zpěvu. Pomocí zpěvu pak lze dobře rozlišit i opticky velmi podobné druhy (např. králíček obecný a ohnivý, šoupálek dlouhoprstý a krátkoprstý, budníček menší a větší). Ptáci nejčastěji zpívají ráno a někteří večer (drozdi, kos černý, červenka obecná, ...), protože v tuto dobu je vzduch vlhčí a zvuk je slyšitelný na větší vzdálenost. Dnes máme k dispozici dokonce i zvukové nahrávky, což činí ze zpěvu ptáků mocnou určovací zbraň v rukách ornitologa.

Pokud se tedy naučíme všimnout si výše uvedených určovacích znaků, jistě pro nás brzy nebude velkým problémem úspěšně určit pozorované ptačí druhy.

### Literatura:

- [1] Veselovský Z.: *Obecná ornitologie*. Academia, Praha 2001.
- [2] Obhlídal F.: *Ornitologická příručka*. SZN, Praha 1977.



obr. 3: Kos černý (*Turdus merula*) (foto Petra Prknová)

## Hmyzí invaze: klíněnka jírovcová

Lubomír Volter, Plzeň

Během posledních třiceti let začaly do střední Evropy pronikat malé druhy motýlů. Protože se jedná o druhy nepůvodní, nazýváme je druhy invazní. Jejich larvy se živí rostlinnou potravou a žijí uvnitř listů stromů a keřů. Nejznámějším invazním motýlem je klíněnka jírovcová (*Cameraria ohridella*). Je to malý druh s rozpětím křídel kolem 7 mm. O jeho současném rozšíření sice máme spoustu informací, avšak o tom, odkud skutečně pochází, toho zatím víme jen velmi málo. Klíněnka jírovcová byla poprvé objevena u Ohridského jezera v Makedonii v roce 1985, ovšem její původ je s největší pravděpodobností někde jinde. V roce 1989 byla zjištěna v okolí Lince v Horním Rakousku, a pak se již začala rychle šířit všemi směry. V České republice byla poprvé nalezena na jižní Moravě v roce 1993 a brzy pokryla téměř veškerou plochu našeho státu, resp. všechny oblasti s hostitelskou dřevinou – jírovcem maďallem.



obr. 1: Dospělec klíněnky jírovcové (*Cameraria ohridella*) na kmeni jírovce maďalu (foto Lubomír Volter)

Motýli klíněnky jírovcové vylétují v březnu až dubnu a hned po kopulaci začínají samičky klást vajíčka na svrchní stranu listů. Z vajíček se líhnou larvy, které se prokousávají do listového parenchymu. Zde se pak vyvíjí 4 až 5 larválních stadií (instarů). Každý instar je vždy oddělen svlékáním (ekdysí) a následným rychlým růstem. Pak následují dvě postlarvální stadia, která již potravu nepřijímají a vytvářejí z jemných vláken tzv. kukelní komůrku – prostor, který je určen pro vývoj kukly. Postlarvální stadium se následně mění v kuklu, která je poměrně dobře pohyblivá. Před výletem motýla proráží kukla svým jedním koncem kokon i svrchní, již odumřelou stranu listu (epidermis). Tímto začíná další, tedy druhá generace. Takových generací může mít klíněnka v průběhu jedné sezóny v závislosti na počasí od tří do čtyř až pěti.

Hlavní negativní dopad klíněnky jírovcové na jírovec maďalý je zejména v oblasti estetiky, protože jírovec maďal patří mezi časté parkové stromy. Larvy klíněnky způsobují hnědnutí



listů a jejich předčasný opad. Částečný vliv má klíněnka i na vitalitu stromů. Takové stromy pak mohou být po oslabení napadány plísněmi či bakteriemi.



obr. 2: Postlarvální stadium klíněnky jírovcové (*Cameraria ohridella*) napadené čtyřmi larvami parazitoida. V pozadí kokon s kuklou klíněnky (foto Lubomír Volter)

Vývoj klíněnky jírovcové je doprovázen téměř vždy populační explozí, která je pouze mírně kontrolována přírodními vlivy. Kromě některých predátorů z řad ptáků či pavouků patří mezi nejvýznamnější kontrolní faktory parazitoidé. Jedná se o drobné „vosičky“ z řádu blanokřídleho hmyzu, které kladou vajíčka převážně na larvy či dovnitř larev klíněnky. Larva klíněnky je larvou parazitoida dříve či později zabita a po zakuklení vyletuje z miny (části listu zkonsumovaného larvou klíněnky jírovcové) místo motýla často velice pestře zbarvený dospělec parazitoida. Svou činností však parazitoidé v současné době nejsou schopni početnost klíněnky jírovcové výrazně kontrolovat.

Klíněnka jírovcová jistě není posledním přivandrovalcem z cizích zemí a její hlubší poznání nám může říci mnoho o obecných zákonech přesunů mnohých hmyzích druhů.

#### Literatura:

- [1] Skuhřavý V.: *Zur Kenntnis der Blattminen-Motte Cameraria ohridella Desch. & Dim. (Lep., Lithocolletidae) an Aesculus hippocastanum L. in der Tschechischen Republik.* Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz **71** Nr. 5 (1998) 81.
- [2] Šefrová H.: *Klíněnky – zajímavá skupina drobných motýlů a jejich šíření.* – In Laštůvka Z. (red.): *Klíněnka jírovcová (Cameraria ohridella Deschka & Dimić, 1986).* – Veronica, 13 (příloha): Brno 1999.



## Integračně-komunikační pojetí didaktiky počátečního přírodovědného vzdělávání v profesní přípravě studentů učitelství 1. stupně základní školy

Ladislav Podroužek, Plzeň

Pedagogické a kurikulární dokumenty vydané v poslední době avizují významné a potřebné koncepční změny ve školství. S tím souvisí i příprava budoucích učitelů, především didaktická příprava studentů v předmětových didaktikách, které jako vědní disciplíny plní důležitou úlohu při získávání učitelské erudice. Významně integrují odbornou teoretickou část učitelského vzdělání s praktickými učitelskými dovednostmi studentů a podílí se mimo jiné i na utváření jejich vlastního pojetí a chápání učitelského povolání. Zároveň sjednocují a konkretizují cíle, obsah, formy, metody, prostředky a podmínky vyučování a učení v konkrétních učebních předmětech.

Didaktiky předmětů o přírodě a společnosti vycházejí z poznatků jednotlivých přírodovědných oborů (v prvouce i společenskovědních), které představují v užším slova smyslu zdroj vzdělávacího obsahu (učiva) pro učební předměty o přírodě a společnosti, kterými se předmětové didaktiky zabývají. Současně jsou pro předmětové didaktiky důležité i poznatky a výsledky zkoumání pedagogických a psychologických oborů, které se podílejí na didaktické transformaci oborových vědních poznatků ve školské poznatky (didaktizované poznatky) tak, aby byly sdělitelné a pochopitelné pro žáky určitého ročníku primární školy.

Ve vývoji koncipování předmětových didaktik můžeme sledovat zhruba dvě tendence v jejich pojetí. První z nich upřednostňovala pedagogicko-psychologickou stránku předmětové didaktiky. Odborné přírodovědné a v prvouce i společenskovědné poznatky měly jakoby druhořadý význam. Takto koncipované pojetí předmětových didaktik nadměrně zdůrazňovalo procesualní stránku vyučování a učení, především výběr forem, metod a prostředků, jak žákům efektivně předat obsah učiva. To pak vedlo k tzv. „metodikaření“ a opomíjení obsahové stránky a pojetí vyučování a učení daného učebního předmětu.

Druhá tendence kladla důraz na odbornou stránku předmětových didaktik. Pedagogicko-psychologická východiska měla v tomto případě druhořadou úlohu a předpokládalo se, že budou po určitém čase zvládnuty více méně intuitivně vyučujícími, resp. studenty v jejich pedagogické praxi.

V současné době je žádoucí uplatňování tzv. **integračně-komunikační koncepce** předmětových didaktik, která vychází z toho, že oborové a didaktizované poznatky se ve škole překrývají. Je tedy založena na rovnoměrném zastoupení oborové i didaktické složky v předmětových didaktikách, tj. je kladen důraz na spojování oborového systému věd, jako soustavy přírodovědných poznatků a metod současného přírodovědného poznání, a didaktického systému přírodních věd, jako soustavy přírodovědného poznávání s důrazem na didaktizovanou soustavu učiva a jeho transformaci a interpretaci ve smyslu žádoucích výchovných a vzdělávacích cílů. Současně by měla být respektována i didaktická kritéria (v širším slova smyslu) při reprodukci přírodovědných a společenskovědních poznatků a důležité je zároveň nepodceňovat integraci didaktizovaných poznatků a činností do celkového didaktického systému jednotlivých učebních předmětů. Pro předmětovou didaktiku prvouky a přírodovědy je tedy stěžejní vztah vědního a didaktického systému oboru a s tím související otázka správného výběru obsahu, rozsahu učiva, jeho koncipování a strukturování pro jednotlivé ročníky primární školy a rovněž, jak poznatky a činnosti optimálně předat žákům tak, aby získali potřebné vědomosti, dovednosti a návyky z daných kognitivních oblastí.

Integračně-komunikační koncepce předmětové didaktiky klade rovněž značné nároky na osobnost vysokoškolského učitele, protože typ jeho komunikace se studenty má vliv na pova-

hu jejich pozdějšího jednání s žáky. Současně musí rovněž uvážlivě a obezřetně manipulovat s jejich vlastními školními zkušenostmi, které získali na základní a střední škole. Především negativní zkušenosti musí analyzovat a vyvozovat z nich potřebné závěry a upozorňovat na nebezpečí projekce vlastní zkušenosti do budoucí učitelské práce. Jejich úspěšnost, jako učitelů, je do značné míry závislá také na autoregulaci a sebereflexi, tj. studenti se musí naučit do jisté míry koordinovat, programovat a individuálně upravovat své chování podle měnících se situací a okolností. Nárůst jejich profesních poznatků je podmíněn jejich kognitivní a afektivní orientací a je závislý na jejich autentických osobnostních postojích. Při práci se studenty je proto důležitý požadavek na jejich aktivitu a při komunikaci s nimi na vzájemný dialog učitele a studenta i studentů mezi sebou a neustálou vzájemnou konfrontaci základních činitelů výchovy, tj. učitel–student (žák)–učivo. Kromě toho by měl vysokoškolský učitel-didaktik percipovat i požadavky ze škol. Z praxe se často ozývají mnohé požadavky na osobnost budoucího učitele. Mezi mnohými lze za významné pro předmětové didaktiky považovat například požadavek na zvýšení kreativity studentů a jejich připravenosti k tvořivému vyučování a k různým formám alternativního vyučování, požadavek rozvíjet jejich aplikační schopnosti, tj. využívání široké škály forem a metod práce ve výuce a dále potřeba osvojování si dovednosti využívat různorodých motivačních technik ve vyučování. Objevuje se i žádost připravovat studenty v konkrétních předmětech pro práci s dětmi handicapovanými i mimořádně nadanými.

Prvouka a přírodověda patří k integrovaným učebním předmětům primární školy. Jejich obsah vychází z mnoha didakticky upravených kognitivních oblastí přírodních a společenských věd (biologie, ekologie, geologie, fyziky, chemie, historie, sociologie, geografie aj.). Při výuce didaktiky prvouky a didaktiky přírodovědy je důležité a) *seznámit studenty s jednotlivými kognitivními oblastmi a jejich didaktickým zpracováním* a zároveň je b) *seznamovat s podstatou integrování* (seskupování, scelování) různorodých kognitivních oblastí tak, aby vznikl logicky uspořádaný celek, který umožňuje využití řady multilaterálních mezipředmětových vazeb s cílem vytvořit komplexní a globální pohled na přírodní a společenskou realitu kolem nás. To je také stěžejním cílem výuky prvouky a přírodovědy v primární škole.

Proto je vhodné se v seminářích a cvičeních postupně zaměřovat na různá hlediska (aspekty), jak je možné „uchopit“ obsah učiva, například ve výuce se zaměřit na *věcné (odborné) hledisko* jednotlivých kognitivních oblastí, z kterého vychází tzv. sjednocené vyučování, nebo obrátit pozornost na *formální hledisko*, z kterého vychází projektové vyučování, dále je možné se orientovat na *výchovné hledisko*, které je podstatou tzv. přirozeného vyučování nebo i na *sociální hledisko*, z kterého vychází kooperativní vyučování. Domníváme se, že využívání různých pohledů na řešenou problematiku usnadňuje studentům, při dodržení určité systematickosti a logičnosti, pochopení základních didaktických kategorií, nutných pro pochopení integrace učiva, např. vysvětlit podstatu koordinace učiva<sup>1</sup>, konsolidace učiva<sup>2</sup>, komasace učiva<sup>3</sup>, korelace učiva<sup>4</sup> a koncentrace učiva<sup>5</sup> aj., a především jim ukazuje možnosti a způsoby konkrétního využití ve škole.

---

<sup>1</sup> **Koordinace učiva** – součinnost a spolupráce mezi jednotlivými učebními předměty (obsahu, metod a forem práce) s využíváním bilaterálních mezipředmětových vztahů. Omezuje se na vztahy mezi dílčími tématy jednotlivých učebních předmětů, protože její plošné aplikování je velmi obtížné.

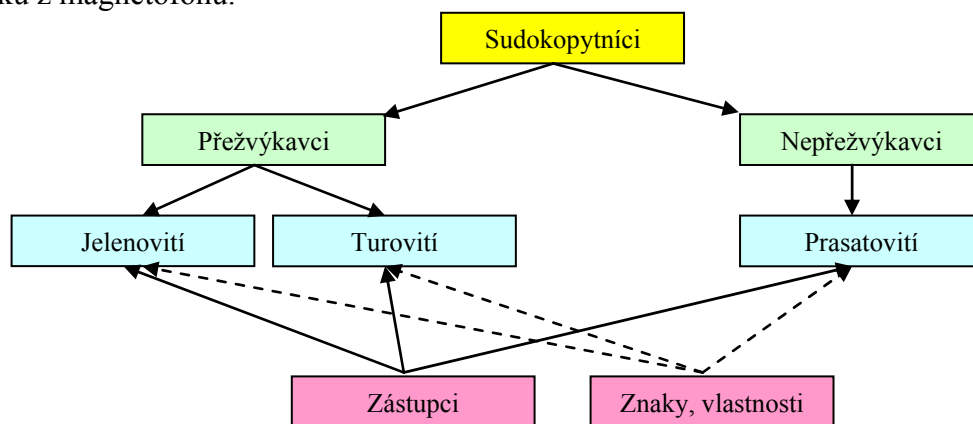
<sup>2</sup> **Konsolidace učiva** – sjednocení a ustálení obsahu různých učebních předmětů v samostatný učební předmět a současné snížení celkového počtu učebních předmětů. Využívá se především bilaterálních mezipředmětových vazeb, tj. témata jednotlivých oborů jsou řazena lineárně vedle sebe, jedná se o tzv. *vnější integraci*, kdy je integrace zaměřena spíše na spojování učebních předmětů většinou z podobných kognitivních oblastí.

<sup>3</sup> **Komasace učiva** – lze v jistém smyslu označovat také jako stupňovitou konsolidaci. Jde o zavádění nižšího počtu učebních předmětů v daném časovém období, ale s vyšší dotací hodin. Komasace je vhodná pro tzv. naukové předměty (dějepis, přírodopis, fyzika, zeměpis apod.). Komasace snižuje počet předmětů, kterým se žák učí v daném období.

<sup>4</sup> **Korelace** – je založena na souvztažnosti učebních předmětů, tj. souběžné probírání toho, co k sobě má přirozeně logicky blízko. Platí čím větší konsolidace, tím menší korelace.

Uvedeme si příklad práce s tématem na seminářích. Téma je postupně probíráno z výše uvedených hledisek.

**1. Věcné hledisko seznámení s danou kognitivní oblastí:** *Příklad kognitivní oblasti:* Biologie – zoologie, *Téma:* Savci – sudokopytníci, *Cíl:* Studenti se mají seznámit s řádem sudokopytníků (třídy savců), učit se vyhledávat diakritické znaky této skupiny savců a na základě vzájemných podobností a rozdílů rozdělit tuto skupinu do nižších systematických skupin (čeleď, podčeleď). Současně se mají seznámit s jednotlivými zástupci a poznávat způsob jejich života. *Metody práce:* Práce se školním obrazem s vyobrazením sudokopytníků (srnec obecný, jelen evropský, daněk skvrnitý, jelen sika, los evropský, jelenec virginský, muflon, zubr evropský, kamzík horský, koza bezoárová, prase divoké). Pozorováním obrazu se studenti snaží samostatně nebo ve skupinách vyvozovat diakritické znaky vyobrazených živočichů, například našlapování na 2 prsty (3. a 4. prst), parohy na hlavě (jelenovití), rohy na hlavě (turovití), bez rohů i parohů (prasatovití), býložravost (složený žaludek – přežvýkavci), všežravost (není složený žaludek – nepřežvýkavci, například prase divoké). Svá pozorování se učí zapisovat a vytvářet si pojmové mapy. Tříděním jednotlivých pojmů a hledáním vazeb a souvislostí mezi pojmy vytváří jednoduché generalizace. Práce s obrazem je doplněna o poslech zvukových projevů jednotlivých zástupců sudokopytníků z magnetofonu.



Příklad pojmové mapy – sudokopytníci

**2. Formální hledisko seznamování s danou kognitivní oblastí:** Při poznávání dané kognitivní oblasti se studenti zároveň učí formulovat otázky a odpovědi k danému tématu a hledají způsoby, jakými možnými způsoby prezentovat učivo žákům, například práce s obrazovým materiálem a literaturou, didaktická hra (předvádění zvuků, pohybů), využití audio-

<sup>5</sup> **Koncentrace učiva** – je soustředění a řešení určitého problému současně z různých hledisek jednotlivých vědních oborů a vytvoření nového syntetického předmětu, který umožňuje různé pohledy na danou skutečnost v jednom celku s využíváním multilaterálních mezipředmětových vazeb, hovoříme také o tzv. *vnitřní integraci*. Vytvořená témata jsou koncipována tak, aby byl umožněn jednotný pohled na daný problém a jeho řešení z několika vědních oborů současně. S koncentrací učiva je spojen problém výběru *typu koncentrace*, tj. hledání „zastřešení“ různorodé problematiky tak, aby nebyla porušena logičnost propojování poznatků a ucelený pohled na daný problém. S tím souvisí i hledání tzv. *referenčních rámců učiva* nebo také *vzorových schémat uspořádání učiva* (Kovaliková 1995), které umožňují logicky propojovat různorodé poznatky. Pedagogická teorie rozlišuje několik forem při hledání vhodného způsobu koncentrace. **Úplná koncentrace učiva** je založena **a)** na hledání vhodného základního předmětu – *středu vyučování*, který poskytuje svým charakterem možnost pro širší uplatňování koncentrace, například vědní nauky, prvouka, vlastivěda, občanská nauka, **b)** na seskupování předmětů z podobných kognitivních oblastí, které umožní koncentrování učiva, např. přírodověda + zeměpis – domovědná koncentrace, **c)** na hledání *korelačních středů v učivu*, tzv. opěrných bodů, které budou „odrazovým můstkem“ pro uplatňování koncentrace celého vyučování. **Částečná koncentrace učiva** je založena **a)** na mechanickém sjednocování učiva – tzv. *cyklická metoda*, **b)** na hledání jednotných principů v obsahu učiva a zavádění tzv. *kulturních stupňů* (J. Dewey, principem byla „práce“), **c)** vytváření komplexů učiva v jednotlivých předmětech a hledání tzv. *životních skupin* ve vyučování, východiskem vyučování byla zejména dětská zkušenost.



vizuální techniky aj. Snaží se formulovat úkoly a vymýšlet praktické činnosti využitelné v tématu (tvorba pracovních listů, didaktických testů aj.). Formulují zásady správného pozorování a korigování pozorování dětí (omezovat centraci dětského poznávání – zaměřování pozornosti na určitý znak či jev, využívání pozitivního transferu apod.) Své poznatky z dané kognitivní oblasti konfrontují s pedagogickými dokumenty (učebními plány) a s didaktickým zpracováním tématu v modelových učebních textech. Současně hledají vhodné způsoby začleňování různých činností dětí a jejich využívání například v projektech.

3. **Výchovné hledisko seznamování s danou kognitivní oblastí:** Získávání vědomostí a dovedností souvisí v širším slova smyslu i s výchovným působením učiva na žáka a možnostmi jeho využití i v ostatních předmětech. Jde především o vyhledávání multilaterálních vazeb s ostatními učebními předměty v primární škole a principy jejich využití za dodržování předmětových kompetencí.
4. **Sociální hledisko seznamování s danou kognitivní oblastí:** Věcná, formální a výchovná analýza dané problematiky je současně propojena i s hledáním možností využití různých forem práce studentů s daným tématem, resp. forem práce, které je možné uskutečňovat se žáky. Jde především o tvořivé reflexe nad možnými způsoby spolupráce (individuální, skupinové, partnerské), ale i využívání mimoškolních forem práce (vycházky, exkurze, besedy) a hodnocení jejich efektivit pro danou problematiku.

V příspěvku jsem naznačil jeden z možných způsobů koncipování výuky didaktiky prvouky a didaktiky přírodovědy v oboru učitelství 1. stupně základní školy. Podle mých zkušeností tento způsob „uchopení“ problematiky předmětové didaktiky studentům vyhovuje, podobně i ohlasy absolventů – začínajících učitelů na svoji přípravu na vyučování prvouky a přírodovědy – jsou celkově pozitivní.

#### **Literatura:**

- [1] Kovalíková S.: *Integrovaná tematická výuka*. Spirála, Kroměříž 1995.
- [2] Mareš J.: *Učební styly žáků a studentů*. Portál, Praha 1998.
- [3] Podroužek L.: *Úvod do didaktiky prvouky přírodovědy pro primární školu*. Dobrá voda, POLS, 2003.
- [4] Vyskočilová E.: *Podmínky vývoje schopnosti vychovávat*. In: Langová M., Kodým M.: *Psychologie činnosti a osobnosti dítěte*. Academia, Praha 1987.

## Řasová flóra zatopených lomů na Poběžovicku

Veronika Kaufnerová, Plzeň

### ÚVOD

Antropický tlak se projevuje i ve volné přírodě, například vznikem lomových jam, které byly později zatopeny. Jejich výskyt je ovlivněn mnoha biologickými, fyzikálními i chemickými parametry. Velmi zajímavá je jejich řasová flóra. Na příkladě lomů u Starého Pařezova – menší lomová jáma a soustava vzájemně propojených zatopených jam, dále lokalita u obce Otov a u Starého Klíčova, byla studována problematika výskytu řasové flóry těchto extrémních, člověkem vytvořených biotopů. Dnes jsou využívány k chovu ryb pro sportovní rybářství nebo k rekreačním účelům. Jedná se o lomy o rozloze od 2 500 do 6 000 m<sup>2</sup>, které vznikly vytěžením lomové jámy a jejím následným zatopením.

### METODY A ODBĚR MATERIÁLU

V průběhu let 2003–2006 byly v obdobích od jara do podzimu prováděny měsíční odběry na stanovených zatopených lomech. V litorálu jednotlivých jezírek byl odebírán materiál seškrabováním nárostů z předmětů ponořených ve vodě (větve, kameny, ...), náběrem chomáčů dominant z hladiny jezírek a odbíráním planktonních řas. Determinace odebraného materiálu byla prováděna zaživa s výjimkou rozsivek, které byly určovány z trvalých pleuraxových preparátů.

Nomenklatura byla sjednocena podle publikace Kaliny a Váni (2005).

### VÝSLEDKY

Na všech sledovaných lokalitách bylo dohromady nalezeno 132 druhů řas a sinic. Nejbohatší lokalitou z hlediska počtu druhů je soustava lomů u Starého Pařezova s 59 druhy, naopak nejmenší diverzitu vykazuje samostatný lom u Starého Pařezova s 29 druhy. V zatopeném lomu Tisová bylo nalezeno 58 druhů a v lomu u obce Otov 53 druhů sinic a řas. Ze všech skupin sinic a řas, které jsou zde zastoupené, jednoznačně dominují rozsivky.

Sledované hodnoty pH zařazují vody lokalit shodně mezi mírně kyselé až mírně alkalické. Nejvyšší průměrnou hodnotu pH (7,4) jsem zjistila u zatopeného lomu u Otova, nejnižší průměrnou hodnotu pH (6,03) vykazují vody soustavy lomů u Starého Pařezova.

#### Lom Otov

V jezírku byly naměřeny mírně alkalické hodnoty pH. Podle druhů zde nalezených se dá usuzovat, že zdejší vody se pohybují od oligotrofních až k mírně eutrofním vodám. To dokazuje například přítomnost rozsivky *Navicula radiosa*, která je velmi citlivá k zatížení odpadními vodami a vyskytuje se především v oligosaprobních vodách.

Významnou dominantu planktonu jezírka u Otova tvoří rozsivky. Nejhojnějším planktonním druhem, který se vyskytoval masově na jaře, je *Asterionella formosa* (obr. 1). Rozvoj planktonních rozsivek ovlivňuje několik různých faktorů, ke kterým patří mj. doposud zcela neobjasněné vyčerpání využitelných forem křemíku, potřebných k jejich životu, z prostředí.



obr. 1

Další skupinou řas vyskytující se zde je třída *Chlorophyceae*. V planktonu se z jejích zástupců vyskytují *Pediastrum tetras*, *Tetraëdron minimum*. Ze zelených vláknitých řas byl nalezen pouze jeden druh – *Oedogonium* sp. – chomáče vláken této řasy se vznášely volně ve vodním sloupci. Skupina *Cyanophyceae* – sinice je v planktonu lomu u Otova zastoupena kvalitativně i kvantitativně velmi chudě. Pouze v květnu docházelo k rozvoji sinice *Woronichinia naegeliana*, ale jen v malém množství, takže nelze mluvit o klasickém vodním květu.

Takzvané období „clear water“, charakteristické poklesem abundance po jarním rozvoji v důsledku vyčerpání živin a působení filtrátorů (Hindák 1978), bylo na této lokalitě pozorováno ve sledovaných obdobích během července až srpna.

### Zatopený lom u Starého Pařezova

Naměřené hodnoty pH vody kolísaly kolem 7 a řadí tedy chemicky vodu jezírka mezi vody neutrální. Vyskytují se zde druhy vyhledávající oligotrofní až eutrofní vody jako například *Cymbella helvetica*, dále tu můžeme najít zástupce rodu *Euglena*, které se často vyskytují v planktonu eutrofních nádrží. Objevují se především druhy kosmopolitně rozšířené, často i v hojném množství.

V planktonu jezírka dominují rozsivky s některými druhy podobnými jako v předchozím lomu, některými druhy se ovšem liší od ostatních lomů. Jsou to například *Epithemia sorex* nebo *Diploneis* cf. *oblongella*. Oba jsou to kosmopolitně rozšířené druhy bez velkého nároku na vlastnosti vody.

V období července a srpna docházelo k poklesu abundance řas, všechny skupiny se vyskytovaly pouze v minimálním množství. Fytoplankton jezírka byl v tomto období velmi chudý. Během září a října se pak dostavuje další vlna rozvoje rozsivek.

Z ostatních skupin řas se během podzimu objevují zástupci krásnooček – rody *Euglena*, *Trachelomonas*, mezi obrněnky náležící *Ceratium hirundinella* (obr. 2) a zástupce skupiny zelených vláknitých řas *Bulbochaete* sp.



obr. 2

### Soustava zatopených lomů u Starého Pařezova

Hodnoty pH, které byly naměřeny v zatopených jámách, nikdy nedosahovaly pH 7. Jedná se tedy o kyselejší vody, což dokazuje i přítomnost dvou druhů rodu *Eunotia* – *Eunotia bilunaris* a *Eunotia soleirolii*, což je významný acidofilní rod. Oba druhy nalezené v těchto vodách se vyskytují kosmopolitně a poměrně hojně.

Při studiu vzorků planktonu byla dominující skupinou jako v předešlých případech třída *Bacillariophyceae*. Na jaře se zde začal mírně rozvíjet druh *Asterionella formosa*. Často se vyskytovala *Gomphonema truncatum*, která vyhledává alkalické eutrofní vody. Avšak po celé jarní i letní období byla rozsivková flóra chudá, její rozvoj byl pozorován až během podzimu.

Další skupinou je třída *Chlorophyceae*, a to především zelené kokální řasy, které ostatně tvořily významnou složku fytoplanktonu v celé sezóně. Silný rozvoj skupiny *Dinophyta* ve



obr. 3



fytoplanktonu byl zaznamenán od března do května všech sledovaných období, ve velkém množství se vyskytovaly druhy *Peridinium* cf. *bipes* a *Gymnodinium* sp.

V těsné blízkosti jam dochází k občasnému zaplavování jedné z mělkých propadlin, která se zde vytvořila po vytěžení soustavy lomů. Zde byly v červenci poslední sezóny nalezeni tři zástupci vláknitých řas, kteří patřili do skupiny spájivých řas, do rodu *Spirogyra* (obr. 3).

### Lom Tisová

Hodnoty pH vody naměřené v tomto lomu jsou mírně kyselé až mírně zásadité. V planktonu zdejšího lomu se vyskytuje jeden zástupce rodu *Eunotia* – *Eunotia praerupta*. Jak už bylo zmíněno dříve, rod *Eunotia* patří mezi acidofilní zástupce. Opět se zde vyskytují druhy, které jsou citlivé ke znečištění a vyskytují se hlavně v oligosaprobních vodách – například *Navicula radiosa*, ovšem nalezneme zde i druhy vyskytující se hojně především v eutrofních vodách jako například *Gomphonema truncatum* a další.

Fytoplankton lomu Tisová je z převážné části tvořen rozsivkami. Skupina *Dinophyceae* je zde zastoupena dvěma rody: *Peridinium* sp. a *Gymnodinium* sp. Oba tyto druhy mají maximum svého rozvoje v jarním období, poté postupně ubývají. V květnu docházelo ve všech sledovaných letech k rozvoji zelených planktonních řas *Tetraëdron minimum*, *Pediastrum boryanum* a *Scenedesmus quadricauda*. Skupina planktonních zelených řas je následně přítomna po celé vegetační období. Třída *Zygnemophyceae* je v planktonu zastoupena několika druhy rodu *Closterium* a *Cosmarium*.

V tomto lomu bylo nalezeno 6 druhů sinic: *Merismopedia glauca* (obr. 4), *Phormidium autumnale*, *Chroococcus* sp. a další. Ani u jednoho druhu sinic však v žádném období nedochází k jeho přemnožení a tvorbě vodního květu.



obr. 4



obr. 5

Většina balvanů v litorálu lomu byla po celou sezónu porostlá souvislým „kobercem“ druhu *Spirogyra* sp. K přesnějšímu zařazení tohoto rodu do systému je nutné pozorovat rozmnožování. Ze zelených vláknitých řas žijících v litorálu lomu byl nalezen druh *Oedogonium* sp. (obr. 5).

## DISKUSE

Podobné lokality, se kterými mohou být zatopené lomy srovnávány, jsou jiné zatopené lomy, vodní nádrže menší rozlohy, rybníky nebo tůň. Jednu z takových lokalit popisují ve své práci Navrátil a Pouličková (2001). Jedná se o lokalitu, která je stejně jako studované lomy bez povrchového přítoku a odtoku s obdobnou rozlohou a s alkalickou reakcí vody. V planktonu šterkoviště Chomoutov u Olomouce se v jarních a podzimních obdobích nacházel druh *Dinobryon divergens*, který se shodně nalézá ve všech studovaných lokalitách. Dále se pak vyskytují skryténky rodů odlišných – například *Cryptomonas* a *Rhodomonas*. Navrátil a Pouličková zde popisují dominantní postavení skupiny *Chlorophyta* po celou vegetační sezónu s výjimkou letního

období, kdy byla vystřídána sinicemi rodu *Aphanizomenon* a *Merismopedia*. V porovnání s touto statistikou byl ve sledovaných lomech zaznamenán ve všech případech s výjimkou samostatného lomu u Starého Pařezova shodný rozvoj skupiny *Chlorophyta*, ovšem nedocházelo zde k silnějšímu rozvoji zástupců *Cyanophyta*.

Dále je popisováno výrazné zastoupení *Euglenophyt* a v podzimním období planktonní rozsivky *Asterionella formosa*. Skupina krásnooček je ve sledovaných lomech přítomna ve všech jezírcích vyjma lomu Tisová, kde nebyl nalezen ani jeden ze zástupců. Často zde dochází k jejich většímu rozvoji a v případě lomu u Otova vzniku vegetačního zabarvení vody. Rozvoj rozsivky *Asterionella formosa* jsem pozorovala téměř ve všech lomech v období jarních měsíců, následně pak docházelo k jejímu ústupu a ojediněle se vyskytovala opět v podzimních měsících.

Fytoplanktonem zatopených lomů u Blatné se také zabývali Bílý a Pithart (1999). V této práci byly sledovány tři zatopené lomy, u nichž se velikost plochy pohybovala okolo 0,5 ha. Sledované lomy zařadil mezi nádrže mezotrofního charakteru. Na složení fytoplanktonu se výrazně podílely kryptomonády (*Cryptophyceae*) a to především zástupci rodů *Cryptomonas*, *Rhodomonas*, dále zástupci třídy *Chrysophyceae* (rod *Synura*, *Dinobryon*) a další druhy. Bílý a Pithart popisují takového zatopené lomy jako vhodné prostředí pro skupinu kryptomonád, které se zde hojně vyskytují.

Řasovou flórou Košuteckých jezírek se zabývá Volfová (in prep.). Jedná se podobně o zatopené lomy, jejichž pH vody se podobá mnou sledovaným lokalitám. Jedno z těchto jezírek je také využíváno v letním období k rekreačním účelům. Volfová zde popisuje výskyt některých podobných druhů sinic a řas, které se shodně nalézají i ve studovaných lomech – například *Woronichinia naegeliana*, *Asterionella formosa*, *Mougeotia* sp., *Spirogyra* sp., *Oedogonium* sp., různé druhy rodu *Pediastrum* a mnoho dalších. Jedná se však opět o druhy kosmopolitně rozšířené a u nás dosti běžné. Často zde také popisuje druhy, které ve studovaných lomech nalezené nebyly, jako například *Snowella lacustris*, *Kirchneriella lunaris*, *Dictyosphaerium pulchellum* a další.

### ZÁVĚR

---

Všechny lokality se vyznačovaly poměrně dobrými vlastnostmi, co se týká kvality vody, jen ve dvou případech u lomu u Otova a lomu Tisová docházelo během léta k vytváření mírného vegetačního zákalu. V případech rybochovných lomů by bylo vhodné sledovat složení rybí osádky, jelikož nadměrné množství vysazovaných ryb má velký vliv na množství planktonu, který výrazně ovlivňuje kvalitu vody, a také nadále ponechat podobný způsob hospodaření (nedokrmování ryb), a tím uměle nezhoršovat kvalitu vody. Vody lomu Tisová jsou doposud vhodné pro rekreaci a koupání z hlediska algologické charakteristiky vody. Zajímavé by ovšem bylo pozorovat vliv rekreačního využívání lomu Tisová na kvalitu jeho vody a posoudit, zda bude docházet vlivem růstu počtu návštěvníků k eutrofizaci jezírka.

### Literatura:

- [1] Bílý M., Pithart D.: *Vertikální distribuce fytoplanktonu v zatopených lomech u Blatné*. In *Řasy a prostředí*. Sborník referátů 39. pracovní konference Algologické sekce ČBS, Rožmberk nad Vltavou 1999, s. 40.
- [2] Hindák F. et al.: *Sladkovodné riasy*. SPN, Bratislava 1978.
- [3] Kalina T., Váňa J.: *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy současné biologie*. Karolinum, Praha 2005.
- [4] Navrátil, Pouličková A.: *Fytoplankton štěrковиště Chomoutov u Olomouce*. Czech Phycology, Olomouc 2001, s. 53.
- [5] Volfová V.: *Řasová flóra Košuteckých jezírek*. Plzeň (in prep.).

## Co to jsou c(k)lausilidi?

Zbyněk Houdek, Plzeň

Nejedná se, jak by název v českém prostředí mohl být chápan, ani o prezidenta nebo nějakou s ním spřízněnou politickou stranu, ale o hovorový název pro čeleď *Clausiliidae*, česky správně závornatkovití. Je to jedna z pozoruhodných čeledí suchozemských plžů. Tito plži mají levotočivou ulitu. Jak vlastně poznáme, že se jedná o schránku pravotočivou nebo levotočivou ulitu? Postavíme-li ulitu ústím k sobě, pak ústí je na levé straně, což je znak, až na výjimky pro závornatky, naprosto charakteristický. Ulita plže se skládá z určitého počtu závitů vybíhajících od embryonální schránky na vrcholu ulity. Ústí plžů bývá v dospělosti různě utvářeno a klausilidi jsou v jeho komplikovanosti skutečnými mistry. Jejich ústí je poměrně malé a hruškovité, někdy vytažené a ohrnuté. Může v něm být však řada struktur: horní a dolní deska, různé záhyby a záhybky, sinulus, pysk, hltanový mozol a járek. Jejich přítomnost, velikost a uspořádání jsou hlavními determinačními znaky jednotlivých druhů. Význačným, avšak na povrchu neviditelným znakem závornatek je závorka (*clausilium*), která dala čeledi i název. Závorka je vlastně jedinou vnitřní destičkou, která se za tělem zcela uzavře pokud se jedinec zasune dovnitř. K vnitřní stěně ulity je závorka připevněna pružnou stopkou. Závornatky mají ulitu střední velikosti, obvykle 8–15 mm vysokou, vřetenovitého nebo kyjovitého tvaru, s četnými závitů a s povrchem často jemně žebírkovaným.

### ROZŠÍŘENÍ

Druhy této čeledi se vyskytují v západní části palearktické oblasti, v Jižní Americe a ve východní a jihovýchodní Asii a některé druhy se vyskytují i v Africe. V Evropě žije asi 150 druhů, a to především na Balkánu a Kavkazu. K západu jich ubývá, na Britských ostrovech žije jen 6 druhů. Mnoho druhů obývá malé areály a v nich se vytváří množství taxonomicky ne zcela jasných poddruhů a forem. Klasickým příkladem je rod *Albinaria*, který na ostrovech v Jónském a Egejském moři a pevninském Řecku vytváří řadu forem a variet.

Závornatky jsou především obyvatelé vlhkých lesů a skalisek, kde se skrývají ve štěrbinách nebo pod kůrou a vylézají v noci nebo za vlhkého počasí. Živí se řasami a lišejníky, které zpracovávají dobře přizpůsobenou ústní dutinou se škrabacím zařízením typickým pro měkkýše, tzv. radulou. Vystupují vysoko do hor, zejména pokud skalní podklad tvoří vápenec. I když dávají přednost vlhkým skaliskům a vlhkému padlému dřevu, s druhy ve Středomoří se můžeme setkat i na místech vyprahlých, jakými jsou skalní povrchy na křovinatých stráních makchií.

### VÝZNAMNÉ ZÁVORNATKY U NÁS A NA BALKÁNĚ

Z Čech a z Moravy je známo (Juříčková et al. 2001) 26 druhů z čeledi *Clausiliidae*. Patří celkem 11 různým rodům: *Cochlodina*, *Itala*, *Ruthenica*, *Pseudofusulus*, *Macrogastra*, *Clausilia*, *Laciniaria*, *Alinda*, *Balea*, *Vestia* a *Bulgarica*.

Mezi naše nejběžnější druhy patří vřetenovka hladká (*Cochlodina laminata*), která má tlustě vřetenovitou ulitu, jež je značně průsvitná, jemně nepravidelně rýhovaná, ale na dolních závitěch skoro hladká. Ulita je tvořena 11–12 závitů, ústí je čtyřhranně hruškovité, bez járku. Obústí je mírně rozšířené s bělavým pyskem, okraje jsou na patře skoro dokonale spojené návalkem. Barva ulity je žlutohnědá až rudohnědá. Rozměry



*Cochlodina laminata* je typická lesní závornatka našeho území.



ulity jsou 15–17 mm výšky a 4 mm šířky. Je to druh, který obývá lesy všech výškových pásem od nížinných luhů a xerothermních hájů až po smrkové horské pralesy. Většinou se pohybuje po kmenech stromů a pod jejich kůrou. Jedná se hojný druh rozšířený po téměř celé Evropě. Mnohem vzácněji se vyskytuje menší a štíhlejší *Cochlodina orthostoma*. Ze Slezska byl popsán endemický poddruh *Cochlodina cerata opaviensis*.

Dalším běžným druhem závornatek je vřetenatka obecná (*Alinda biplicata*) s ulitou štíhle až tlustě vřetenovitou, pravidelně žebírkovanou. Skládá se z 12–13 závitů, ústí je kosočtverečně hruškovité se silně vyvinutým járkem a velmi zřetelným vnitřním rýhováním. Obústí je značně rozšířené, ohrnuté s poměrně silným a bělavým pyskem. Na týlu ulity je zřetelný hřeben i brázda. Zbarvení je světle rohové. Výška ulity je 16–18 mm a šířka 3,8–4 mm. Jedná se o velmi proměnlivý druh, který vytváří mnoho forem. Obývá lesy, kde žije při kmenech, v sutích i na skalách, v údolích i na svazích a vrcholech. Vyskytuje se i v lužních porostech nížin a proniká i do antropogenních biotopů, jako jsou zahrady, parky, hřbitovy a zříceniny. Vyskytuje se v celé střední Evropě, s centrem rozšíření na našem území, Německu a Polsku.

Podobným středoevropským druhem je vřetenatka mnohozubá (*Laciniaria plicata*). Ulita je štíhle vřetenovitá, hustě pravidelně žebírkovaná s 12–13 závitů. Na rozdíl od předchozího druhu má na obústí 6–9 silných záhybků, které jsou občas redukovány nebo chybějí. Na deskové mezeře jsou dva až tři záhyby. Zbarvení má rohově hnědé a žebírka jsou u švu často bělavá. Výška a šířka ulity jsou 15–18 mm a 3,3–3,6 mm. Obývá hlavně vlhké skály a zříceniny v otevřených polohách, méně často se vyskytuje v lesích s vápenitým podkladem, kde žije při kmenech.

Nejmenší středoevropskou závornatkou je žebírkovaná drobná (*Ruthenica filograna*), která má zesílenou, ostře kuželovitou vrcholovou část ulity. Zbývající část štíhle ulity je tenkostěnná, ale dosti pevná a pravidelně řídko žebírkovaná. Její barva je světle rohová. Má 9–10 závitů, ústí je šikmo hruškovité, bez járku a obústí je značně rozšířené, ohrnuté, se zahnědlým pyskem. Výška 7,5–10 mm a šířka 2–2,2 mm, tyto rozměry jsou stálé. Obývá vlhké suťové lesy, kde se vyskytuje pod tlejícím dřevem a na úpatí lesních skalek. Je silně kalcifilní. Areál rozšíření zahrnuje kromě ČR i Slovensko, Polsko, severní Rakousko a Maďarsko a má ojedinělé lokality i v Německu.

Z druhů u nás ohrožených, které zde žijí na okraji areálu rozšíření, patří řasnatka tmavá (*Macrogastra badia*). Její ulita je 12–14 mm vysoká a 3–3,3 mm široká, má vřetenovitý tvar a rudohnědou barvu. Skládá se zhruba z 10 závitů s lesklým povrchem, který je hustě jemně žebírkovaný. Ústí ulity je vejčité a obústí je mírně rozšířené s bílým pyskem. Dobře viditelný cívkový záhyb je v delším úseku téměř rovnoběžný s dolní deskou. Jedná se o východoalpský endemit, s ostrůvkovitými populacemi na Šumavě, ve střední části Sudet a na Moravě s jediným výskytem na Kralickém Sněžníku. Obývá vlhké horské lesy, kde žije na padlém dřevu i v bujně zarostlých nivách potoků. Řasnatky jsou u nás zastoupeny více druhy, z nichž některé, zejména *Macrogastra plicatula* a *Macrogastra ventricosa* jsou běžné v zachovalých suťových lesích s převahou lip, javorů a jasanů. Další evropské druhy řasnatek mají omezené areály rozšíření, zejména v Alpách a Karpatech.

Endemickým druhem na našem území je *Bulgarica nitidosa*. Tento endemit Českého krasu a údolí Berounky je kalcifilní a najdeme ho na vápencových a spilitových skaliscích a sutích. Dává přednost otevřeným skalním stepím. K nejpozoruhodnějším evropským endemickým druhům patří ve východních vápencových Alpách se vyskytující *Erjavecchia bergeri*. Kromě výrazně nafialovělé barvy má tento druh i nezvykle tvarované trojúhelníkovité ústí.



*Bulgarica nitidosa* je endemit středních Čech, u Karlštejna doposud hojný na skalních stěnách.

### STRATEGIE PŘEŽITÍ KLAUSILIDŮ

---

Většina evropských závornatek má vynikající krycí zbarvení. Hnědá nebo narudlá barva jejich ulity a přítomnost světlých skvrnek na povrchu ulity splývá s barvou kůry stromů a skalisek porostlých lišejníky a mechy. Protážený tvar ulit je podobný odpadlým pupenovým šupinám, srolovaným uschlým listům a kouskům větviček. Závornatky jsou díky této kamufláži snadno přehlédnutelné ve svém přirozeném prostředí. Také způsob života, kdy se přidržují strmých a často převislých skalisek, jsou zalezlí ve skalních štěrbinách, pod kůrou nebo na kmenech stromů, je činí pro jejich predátory nesnadno dostupnou kořistí. Druhy žijící na zářivě bílých vápencových skaliscích mají naproti tomu bíle zbarvené ulity. Tato pro závornatky nezvyklá barva dala jméno rodu *Albinaria* (albidus = bílý). Kromě kamufláže na bílých skaliscích má bílá barva i význam jako barva reflexní, zabraňující přehřátí plže zalezlého uvnitř ulity vystavené prudkému slunečnímu svitu.



*Albinaria* je rod zahrnující bělavé závornatky egejské oblasti.

### EVOLUČNÍ ÚSPĚCH

---

Nepochybný evoluční úspěch nezvyklého vzhledu závornatek mezi suchozemskými plži trvá ve střední Evropě přinejmenším od spodního miocénu. Závornatky jsou hojnou složkou faun suchozemských plžů zachovaných v jezerních vápencích u Tuchořic na Žatecku. Mezi asi 90 popsány druhy vodních i suchozemských měkkýšů se zde vyskytují i klausilidi. Závornatky jsou rovněž významnou součástí lesních faun ve vrcholných obdobích interglaciálů, kdy se na našem území poprvé objevují některé dnešní druhy, ale i druhy dnes se u nás nevyskytující nebo vymřelé. Současné centrum rozšíření primárně lesních závornatek na Balkáně má jednoduché vysvětlení. Tato oblast ležela v průběhu glaciálů z celé Evropy nejjižněji a na rozdíl od Evropy ležící severně od Alp se zde zachovaly lesy i ve vrcholných glaciálech, tedy prostředí nezbytné pro větší závornatek.

### PŘÍČINY DNEŠNÍHO OHROŽENÍ KLAUSILIDŮ

---

Navzdory evoluční úspěšnosti v dlouhé geologické minulosti jsou dnes závornatky ohroženy více faktory. Mýcení a vypalování lesů v době bronzové i později vedlo k mizení závornatek a dalších měkkýšů z krajiny. Skutečnou pohromu však znamenal až nástup intenzivní výsadby jehličnanových monokultur v průběhu 19. století a tento trend přetrvává dodnes. S výjimkou několika odolných a přizpůsobivých druhů, především vřetenatky obecné (*Alinda biplicata*) přežily závornatky jen v omezených, často izolovaných enklávách, především v suťových lesích, na zříceninách a v současnosti také v chráněných územích, zatímco v kulturní krajině je závornatek velice málo. Izolovanost populací nepředstavuje jediné současné ohrožení této skupiny. Kácení stromů a odstraňování padlého dřeva a starých kmenů z lesů vede ke degradaci lesních malakocenóz, zejména mnoha arborikolních druhů, ke kterým mnohé závornatky patří. Zvýšení acidity lesní půdy vlivem kyselých dešťů v nedávné minulosti vede k silné vrcholové korozi ulit závornatek a k jejich úhynu ještě před dosažením reprodukční schopnosti. Jakou roli v ústupu závornatek hrají změny ve složení řasové flóry na skalních stěnách vystavených kyselým deštěm, se můžeme jen dohadovat. V Českém krasu měl fatální důsledek na řadu lokálních populací epilitických klausilidů poléťavý prach z lomů a cementáren. I další příčiny ústupu epilitických závornatek mohou být někdy zcela banální; stačí začít využívat skalní stěny jako horolezecký terén, nebo restaurovat zdi zřícenin, a početnost lokální populace začne být silně ohrožena. Současná plošná expanze nitrofilní vegetace nepochybně povede k dalším změnám ve složení malakocenóz a k celkovému ústupu bohatých lesních faun měkkýšů, tedy i závornatek.

## Další vzdělávání učitelů chemie formou krátkodobého studijního pobytu v závodech chemického a potravinářského průmyslu

Milan Kraitr, Vladimír Sirotek, Václav Richtr, Vladimír Nápravník, Plzeň

### ÚVOD

---

Současný systém dalšího vzdělávání učitelů chemie téměř nepočítá s praktickým seznámením učitelů s moderními technologiemi a novými výrobky. To je jeden z důvodů, proč výuka chemie na všeobecně vzdělávacích školách nedostatečně odráží význam chemie pro lidskou společnost. Je do značné míry odtržena od technické reality a nevěnuje přiměřenou pozornost aplikacím v každodenním životě. Učitelé, kteří se snaží ve výuce optimalizovat proporce mezi teoretickým učivem, experimentální složkou a praktickými aplikacemi chemie, většinou při aktualizaci výuky vycházejí ze zastaralých poznatků a zdrojů. Většina učitelů chemie (především ti, kteří absolvovali vysokoškolské studium před delší dobou) postrádá informace o současném stavu chemických technologií. V poslední době dochází k výrazným změnám technologií a k produkci řady nových výrobků, bez nichž se lidská společnost neobejde.

Model krátkodobého studijního pobytu (dále KSP) učitelů v chemických závodech je prohloubenou, rozšířenou a modifikovanou analogií výukové formy v didaktice chemie běžně nazývané chemická exkurze (žakovská). Tato forma výuky je v literatuře [1] hodnocena jako nenahraditelné dovršení školní práce a průnik školské teorie do praxe. Přesto je v poslední době z různých důvodů málo využívána. V minulosti jsme se zabývali vlivem exkurzí do průmyslových závodů na efektivnost výuky chemie [2] a využitím regionální situace ve vyučování chemii [3]. Naše výzkumy potvrdily příznivý vliv žakovských exkurzí na účinnost výuky chemie.

Diskutovaný projekt KSP učitelů se snaží uplatnit analogický aspekt v dalším vzdělávání učitelů [4], [5]. Měl by výrazně přispět ke zvýšení kompetencí učitelů chemie, k doplnění a aktualizaci poznatků, které získali při vysokoškolském studiu. Současní učitelé studovali podle různých studijních programů. S technickými aplikacemi chemie se seznámili v různé, spíše však nedostačující míře. Studijní programy některých fakult připravujících učitele téměř nebo vůbec nezahrnovaly praktické seznámení s touto problematikou přímo ve výrobních závodech. I absolventi studijních programů s přiměřeným postavením aplikací chemie trpí po určité době zastaráváním poznatků, které je v tomto případě výraznější než v jiných chemických disciplínách. Absolvování KSP umožní učitelům vyučovat chemii tak, aby lépe odrážela současnou úroveň technického rozvoje a rozmach aplikací chemie v životě společnosti. Z těchto důvodů jsme koncipovali KSP jako formu zvyšování odborné kvalifikace v rámci dalšího vzdělávání učitelů a jejich kariérního systému.

### PROJEKT KRÁTKODOBÉHO STUDIJNÍHO POBYTU A JEHO REALIZACE

---

Model KSP, který jsme ověřovali v rámci projektu Fondu rozvoje vysokých škol FRVŠ 1894/2005/B/a [4], zahrnoval 3 celodenní zaměstnání po 8 hodinách ve 4 výrobních závodech. Rozsah projektu byl zvolen jako únosný kompromis z hlediska uvolňování účastníků zaměstnavateli.

Volba závodů a tematického zaměření modelového KSP kladla důraz na významnost a reprezentativnost vybraných výrob, tematickou pestrost a zejména na modernost a technickou úroveň zvolených výroben, které bez výjimky patří k absolutní špičce českého chemického a potravinářského průmyslu. Pilotní projekt KSP byl věnován nejmodernějším klíčovými výrobám oborů technologie látek anorganických, organických, technologie motorových paliv a biotechnologie. Přehled závodů, v nichž se realizoval zkušební KSP učitelů, a jeho program shrnuje tabulka 1.



Tabulka 1 Program krátkodobého studijního pobytu učitelů chemie ve výrobních závodech (13.–14. 9. a 25. 10. 2005)

Závod/Výrobní zaměření	Program studia
<b>Česká rafinérská, a.s., rafinérie Kralupy</b> Komplexní rafinérské zpracování ropy Výroba motorových paliv	Struktura rafinérie, výrobní program, celková prohlídka závodu, řízení provozu, jednotka fluidního katalytického krakování, provozní kontrola, vliv kvality motorových paliv na životní prostředí, projekt Čistá paliva.
<b>Kaučuk, a.s., Kralupy</b> Petrochemie, výroba polymerů	Struktura a výrobní program závodu, výroba styrenu, výroba polystyrenů a styrenbutadienového kaučuku, uplatnění výrobků.
<b>Lovochemie, a.s., Lovosice</b> Výroba průmyslových hnojiv	Struktura a výrobní program závodu, současný stav výroby a využití průmyslových hnojiv, výroba kyseliny dusičné, výroba ledků, kapalných hnojiv a kombinovaných hnojiv NPK.
<b>Plzeňský Prazdroj, a.s., Plzeň</b> Výroba sladu a piva	Struktura a výrobní program podniku a závodu Prazdroj, rozvojové trendy v pivovarnictví. Výroba sladu a piva. Historie pivovarnických výrob.

**Rafinérie Kralupy** (součást Česká rafinérská, a.s.) představuje nejmodernější rafinérii v ČR s hlubokým zpracováním ropy, kde je mimo jiné v provozu největší a nejnákladnější investiční jednotka české chemie – fluidní katalytické krakování. Závod produkuje především široký sortiment motorových paliv, v současné době probíhá optimalizace výrobních postupů s cílem výroby pohonných hmot, minimálně zatěžujících životní prostředí.

**Kaučuk, a. s., Kralupy** je spolu s rafinérií součástí průmyslového komplexu na zpracování ropy. Představuje moderní vysoce prosperující závod se špičkovými technologiemi, zabývající se petrochemickými výrobami, zejména pak výrobou polymerů na bázi styrenu (především různých typů polystyrenů a elastomerů, mezi nimiž je řada speciálních a unikátních produktů). Propojení obou závodů kralupského komplexu představuje unikátní ukázkou surovinových a energetických vztahů.

**Lovochemie, a.s., Lovosice** je nejvýznamnějším a rozhodujícím českým výrobcem průmyslových hnojiv. Mimořádnou výchovnou hodnotu pro účastníky KSP má srovnání špičkové technologie ve zcela nové výrobně kyseliny dusičné a výrobní linky se starší technologií. S výjimkou močoviny se zde vyrábějí všechna dusíkatá hnojiva pevná a kapalná, je zde také naše jediná výrobní kombinovaných hnojiv NPK.

**Plzeňský Prazdroj, a.s., Plzeň** je nejznámějším českým potravinářským podnikem, nejvýznamnějším a nejmodernějším pivovarsko-sladařským kombinátem a největším producentem piva a sladu v ČR. Současná technologická charakteristika klíčové části podniku, navštíveného pivovaru Prazdroj v Plzni, je kombinací technicky zdokonalené původní technologie ve varné části výrobního procesu a moderní vysokovýkonné technologie kvašení v cylindrokónických tancích, při zachování původní chuťové charakteristiky plzeňského piva. Kromě výroby sladu a piva se účastníci KSP seznámili rovněž s vývojem nových výrobních postupů ve výzkumném minipivovaru a také s historií výroby piva, jednak přímo v opuštěných historických částech provozu, jednak v unikátním pivovarském muzeu.

Třídenní KSP jsme realizovali jako kombinaci jednodenního zaměstnání v Plzni a dvoudenního výjezdního zaměstnání, které je z didaktického i ekonomického hlediska výhodnější než dva jednodenní výjezdy.

Při organizaci KSP jsme využili spolupráce s Krajským centrem vzdělávání a Jazykovou školou v Plzni (dále KCVJŠ). KCVJŠ zajišťovalo organizaci účasti učitelů ze západočeského

regionu. Počet účastníků byl z technických důvodů (provozní možnosti hostitelských závodů) omezen na 25 učitelů. Výběr byl proveden podle pořadí došlých přihlášek bez ohledu na typ školy, kde zájemci působí. Charakteristika účastníků KSP je shrnuta v tabulce 2. Při zhruba stejném podílu učitelů základních a středních škol je velice výrazným rysem skupiny účastníků naprostá převaha učitelů s praxí delší než 10 let. Jejich zastoupení (84 %) je překvapivě vysoké a i při možné existenci dalších vlivů jasně potvrzuje, že učitelé s delším odstupem od absolvování vysoké školy mají výraznější informační deficit a více si uvědomují zastarávání poznatků o chemických výroбах osvojených v minulosti.

Tabulka 2 Charakteristika účastníků krátkodobého studijního pobytu

Počet: 25	Učitelé SŠ: 44 %	Učitelé ZŠ: 56 %
Délka praxe po absolvování VŠ: 0–5 let: 8 %	5–10 let: 8 %	přes 10 let: 84 %

Obsah, program, rámcovou organizaci zaměstnání a jeho pedagogické vedení zajistili pracovníci katedry chemie Fakulty pedagogické ZČU v Plzni spolu s odborníky hostitelských závodů. Účastníci KSP předem obdrželi písemné studijní materiály, týkající se závodů a výrob zařazených do programu. Ty byly ještě před vlastním pobytem v závodech doplňovány komentářem. Další materiály a vzorky produktů získali účastníci v závodech. Součástí KSP ve všech navštívených závodech byly prezentace výrobních postupů, výrobků a jejich aplikací, zpravidla zahrnující využití moderních audiovizuálních prostředků. Těžištěm KSP byly aktivity přímo ve výrobních provozech, spojené s jejich prohlídkou. Po návštěvě každého závodu se uskutečnil seminář k navštíveným výrobám, zaměřený nejen na technologické, technické a ekonomické problémy, ale zejména na využitelnost problematiky studovaných výrob ve výuce chemie. U všech výrob byla věnována pozornost ekologickým souvislostem a vlivu závodů na životní prostředí, včetně problému odpadů.

Účastníci zkušební realizace KSP obdrželi certifikát o absolvování aktivity, který by měl být uznáván jako forma zvyšování odborné kvalifikace v rámci „kariérního systému pedagogických pracovníků“.

## HODNOCENÍ ZKUŠEBNÍHO KSP

Projekt zkušební KSP [4] byl ve všech směrech realizován podle plánu. Organizace účasti učitelů byla ze strany spolupracujícího KCVJŠ Plzeň zajištěna bezvadně. Rovněž podniky, kde se projekt KSP uskutečnil, projeví plnou vstřícnost a pochopení pro naše potřeby. Úspěšné provedení takovéto akce samozřejmě vyžadovalo oproti zajištění běžné (žakovské) exkurze pečlivou přípravu, opírající se o dlouhodobé kontakty s hostitelskými podniky. Realizace prezentací, prohlídek a besed v závodech byla zajištěna kvalifikovanými a zasvěcenými průvodci a dalšími odborníky. Pro dobrou účinnost akce a využitelnost získaných poznatků v další práci učitelů je vzhledem ke složitosti a náročnosti moderních chemických výrob nezbytná abstrakce a elementarizace podstaty výrob a výrobních vztahů. Za nezbytnou součást programu KSP proto považujeme předběžný orientační komentář před vstupem do závodu a zejména pak následný seminář orientovaný především na didaktické aplikace poznatků.

Pro posouzení přínosu KSP má podstatný význam jeho hodnocení se strany účastníků. Jejich názory jsme zjišťovali jednak formou rozhovorů v průběhu akce, jednak při jejím závěru pomocí anonymního dotazníku. Obsah závěrečné ankety je v tabulce 3. (Nejsou v ní zahrnuty otázky, týkající se osobních charakteristik účastníků, odpovědi na ně byly uvedeny v tabulce 2.) Výsledky ankety shrnuje tabulka 4. Vyplývá z ní jednoznačně pozitivní hodnocení KSP, kterou všech 25 účastníků považuje za vhodnou formu dalšího vzdělávání učitelů a systému zvyšování profesionální způsobilosti. Odborný přínos KSP hodnotí jako výborný 96 % účastníků. Názory účastníků ukazují na interdisciplinární charakter získaných poznatků. Dvě třetiny účastníků jich využijí nejen ve výuce předmětu chemie, ale i dalších přírodovědných předmětů, jen třetina

účastníků je považuje za využitelné pouze ve výuce chemie. Zajímavé byly odpovědi na otázku směřující k preferenci navštívených závodů z hlediska využitelnosti ve výuce. 40 % účastníků považuje za „nejlépe využitelnou“ ve své praxi problematiku všech navštívených závodů, preferenci některého ze závodů (v některých případech i 2–3 závody) vyjádřilo 60 % respondentů. U jednotlivých závodů se preference pohybovaly mezi 12–36 % (z celkového počtu účastníků). Pokud sečteme pro jednotlivé závody počet preferencí s počtem odpovědí bez preference, hodnotí jako nejlépe využitelnou problematiku každého ze závodů 52–76 % účastníků, což ukazuje, že většina účastníků považuje výběr závodů za vhodný.

Tabulka 3 Dotazník pro účastníky KSP (hodnocení zkušebního KSP)

Považujete krátkodobý studijní pobyt ve výrobních závodech (KSP) za vhodnou formu zvyšování odborné kvalifikace v rámci dalšího vzdělávání učitelů a jejich kariérního systému? <b>ano–ne</b>
Odborný přínos KSP hodnotíte známkou: <b>1 2 3 4 5</b>
Využijete poznatků z KSP ve výuce chemie, event. jiných předmětů? <b>Využijí • v chemii a dalších předmětech (Bi, Fy, Ze, ...)</b> • jen v chemii • Nevyužijí.
Problematiku kterého z navštívených závodů považujete za nejlépe využitelnou ve své praxi: <b>Rafinérie–Kaučuk–Lovochemie–Prazdroj</b>
Návrhy na zlepšení KSP
Volné připomínky a poznámky k uskutečněnému KSP

Volné připomínky, poznámky a návrhy v dotazníku většinou slovně formulovaly kladné ocenění přínosu KSP a zájem o účast na podobných akcích. Někteří účastníci by uvítali více studijních materiálů, ojediněle se vyskytl zájem o rozšíření tematického záběru KSP na speciální (farmaceutické) výroby. Doplnující otázku ankety o vhodnosti zařazení problematiky likvidace starých zátěží životního prostředí a využití druhotných surovin odpověděla kladně většina účastníků (96 %).

Tabulka 4 Hodnocení krátkodobého studijního pobytu (KSP) [účastnická anketa]

<b>Vhodná forma dalšího vzdělávání učitelů a jejich profesního růstu:</b>	100 %
<b>Odborný přínos KSP (známky 1–5):</b> hodnocení známkou 1	96 %
hodnocení známkou 2	4 %
<b>Využití poznatků z KSP v další pedagogické činnosti učitelů:</b>	
jen ve výuce chemie:	32 %
výuka chemie i dalších předmětů:	68 %
<b>Nejlépe využitelný závod:</b>	
preferenze jednotlivých závodů	12–36 %
bez preference	40 %

## ZÁVĚR

Realizace krátkodobého studijního pobytu učitelů chemie ve výrobních závodech potvrdila, že ověřovaný model představuje formu dalšího vzdělávání učitelů, která je vhodná pro zvýšení odborné kvalifikace v rámci kariérního systému zvyšování kvalifikace pedagogických pracovníků.

Třídenní studijní pobyt 25 učitelů základních a středních škol ze západočeského regionu se uskutečnil ve špičkových závodech českého chemického a potravinářského průmyslu. Účastníci se seznámili s nejmodernějšími technologiemi v klíčových oborech výroby látek anorganických i organických, rafinérského zpracování ropy a biotechnologie i s aplikací jejich produktů v den-



ní praxi. Učitelé hodnotí účast na akci jako výrazný přínos pro zkvalitnění a aktualizaci výuky chemie i jiných přírodovědných předmětů ve své další pedagogické praxi.

*Tento příspěvek vznikl za podpory grantu FRVŠ 1894/2005/B/a.*

**Literatura:**

- [1] Pachmann E., Hofmann V.: *Obecná didaktika chemie*. SPN, Praha 1981.
- [2] Kraitr M.: Přírodní vědy ve škole, **29** (1977) 23.
- [3] Kraitr M.: Přírodní vědy ve škole **26** (1975) 260.
- [4] Kraitr M.: *Příhlaška projektu FRVŠ 1894/2005/B/a*. FPE ZČU, Plzeň 2004.
- [5] Kraitr M., Sirotek V., Richtr V., Nápravník V.: Chem. Zi **1** (2005) 101.

## Mobilní povodňové zábrany

Lukáš Jánský, Plzeň

### MOBILNÍ SYSTÉMY PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANY

V současné době existuje mnoho druhů a typů mobilních povodňových zábran. V Evropské unii je tato problematika již několik let řešena, a tudíž jsou zde povodňové zábrany na denním pořádku a téměř v každém větším městě, kterým protéká nějaká řeka, byste se s nimi mohli setkat. V České republice se tento způsob ochrany teprve rozvíjí a mimo Prahy, která má již systém povodňových zábran dokončen, se v ostatních městech na tuto možnost ochrany zatím připravují. Snad se nyní najdou finanční prostředky pro výstavbu i dalších bariér tohoto typu. Nutno však podotknout, že přestože mají původní státy Evropské unie v této problematice již určitou tradici, jsou u nás některé firmy, které svou kvalitou zábran dokáží na evropském trhu spolehlivě obstát.

V následujících řádcích si představíme jednotlivé druhy mobilních povodňových zábran a následně si je popíšeme a seznámíme se s nimi. Jelikož jsou v dnešní době na celém světě využívány nejvíce zábrany komůrkové koncepce, vzhledem k jejím technickým možnostem, efektivitě, spolehlivosti a bezpečnosti, zaměřím se především na tento typ mobilních povodňových zábran.

#### Rozdělení zábran podle typu konstrukce:

Podle typu konstrukce můžeme povodňové zábrany rozdělit na tři základní druhy:

1. Zábrany typu opěrná kostra
2. Zábrany typu komůrková koncepce
3. Zábrany typu plnicí směsí

#### 1. Zábrany typu opěrná kostra (obr. 1–4)

Tyto mobilní povodňové zábrany jsou tvořeny opěrnou konstrukcí, nejčastěji z oceli, a na tuto konstrukci pokládáme desky různého typu. „Mohou to být například ocelové plechy, dřevěné desky, euro-palety či fólie z různých plastických hmot. Jejich výhodou je, že se mohou postavit i na předem neupravený terén. Nevýhodou je nižší pevnost a doba použití.“ [5]



obr. 1: povodňová zábrana – výrobce firma HOP (Německo)



obr. 2: povodňová zábrana – výrobce firma Aqua Barrier (Švédsko)



obr. 3: povodňová zábrana – výrobce firma Biber Barriere (Německo)

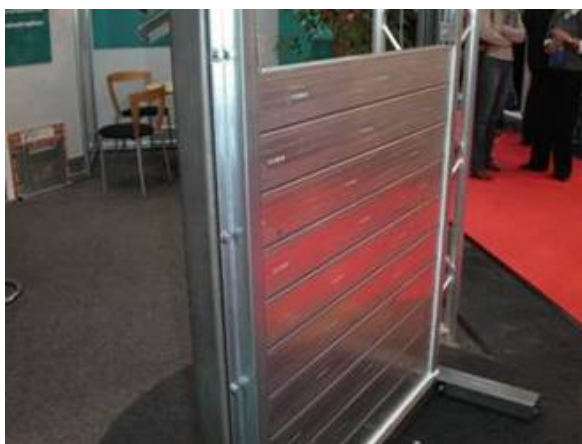


obr. 4: povodňová zábrana – výrobce firma Alba Metal (ČR)

### 2. Zábrany typu komůrková koncepce (obr. 5)

„Tento typ zábran je tvořen moduly (lamelemi) z nerezových ocelí či hliníkových slitin. Jednotlivé moduly se na sebe napojují a staví se podobně jako stavebnice lego. Tento typ zábran je velmi účinný a vodě i nárazu vzdorný. Standardně jdou zábrany stavět do výšky 1,5 metru, po úpravách i výše.“ [5]

Tento typ se vyznačuje dobrými pevnostními a technickými parametry. Místo, kde má být upevněn, je třeba předem upravit.



obr. 5: povodňová zábrana – výrobce firma IBS (Německo)



obr. 6: povodňová zábrana – výrobce firma Koepro Ostrava (ČR)

### 3. Zábrany typu plnicí směsí (obr. 6)

„Tento typ zábran je založen na stejném principu jako pytle s pískem. Obal je nejčastěji z látky nebo plastické hmoty a dutina je vyplněna směsí různého složení. Jako směs pro výplň se často používá různý odpadní materiál. Tento typ zábran není tak rozšířen a dle mého názoru se příliš nevyužívá. Není totiž tak účinný jako předchozí typy a cenově se od předchozích příliš neliší.“ [3]

### Rozdělení zábran podle použitého materiálu

Podle použitého materiálu lze mobilní povodňové zábrany rozdělit na: ocelové, hliníkové, plastové, skleněné, látkové a dřevěné.

#### 1. Ocelové zábrany (obr. 7)

Ocelové zábrany mají velmi mnoho technických výhod. Jedná se především o fyzikální vlastnosti oceli. Ocelové zábrany mají vyšší pevnost materiálu oproti hliníkovým zábranám. Zároveň se oceli technologicky lépe zpracovávají.



V současné době mají právě ocelové zábrany, spolu s hliníkovými, největší uplatnění.



obr. 8: povodňová zábrana – výrobce firma IBS (Německo)

### 2. Hliníkové zábrany (obr. 8)

„Hliníkové zábrany patří v EU k nejrozšířenějším. Jejich výhodou je nižší hmotnost ve srovnání s ocelovými zábranami. Zábrany z hliníkových slitin však nemají tak vysokou mechanickou pevnost.“ [3]

### 3. Plastové zábrany (obr. 9)

Plastové zábrany se ve srovnání s ostatními typy zábran příliš neuplatňují. Jejich technické parametry nejsou příliš vyhovující. Zabírají často větší objem a jejich výška je značně omezena. V České republice je jejich výrobcem například firma Prefa Brno.



obr. 10: povodňová zábrana – výrobce firma IBS (Německo)

### 5. Látkové zábrany

„Tyto zábrany jsou vyráběny z látky nebo plastických hmot (umělohmotných vláken). Vyrábí se z nich vaky, které se plní různými směsí z odpadních materiálů.“ [5]



obr. 7: povodňová zábrana – výrobce firma SDP KOVO (ČR)



obr. 9: povodňová zábrana – výrobce firma Oaklandsplastics (Nový Zéland)

### 4. Skleněné zábrany (obr. 10)

„Zábrany jsou nejčastěji z tvrzeného skla či plastových oken. Nejčastěji jsou stavěny u teras velkých hotelů a splývají s okolním prostředím.“ [5]



obr. 11: povodňová zábrana – výrobce firma Koexpro Ostrava (ČR)

## 6. Dřevěné zábrany (obr. 12)

„Tyto zábrany jsou poměrně dost používané. Jsou cenově dostupné, lze je poměrně rychle postavit a povrch, na který jsou pokládány, nepotřebuje žádné stavební úpravy. Nevýhodou je jejich pevnost. Pro tyto zábrany se používají např. europalety nebo desky z lisovaného dřevního odpadu.“ [5]

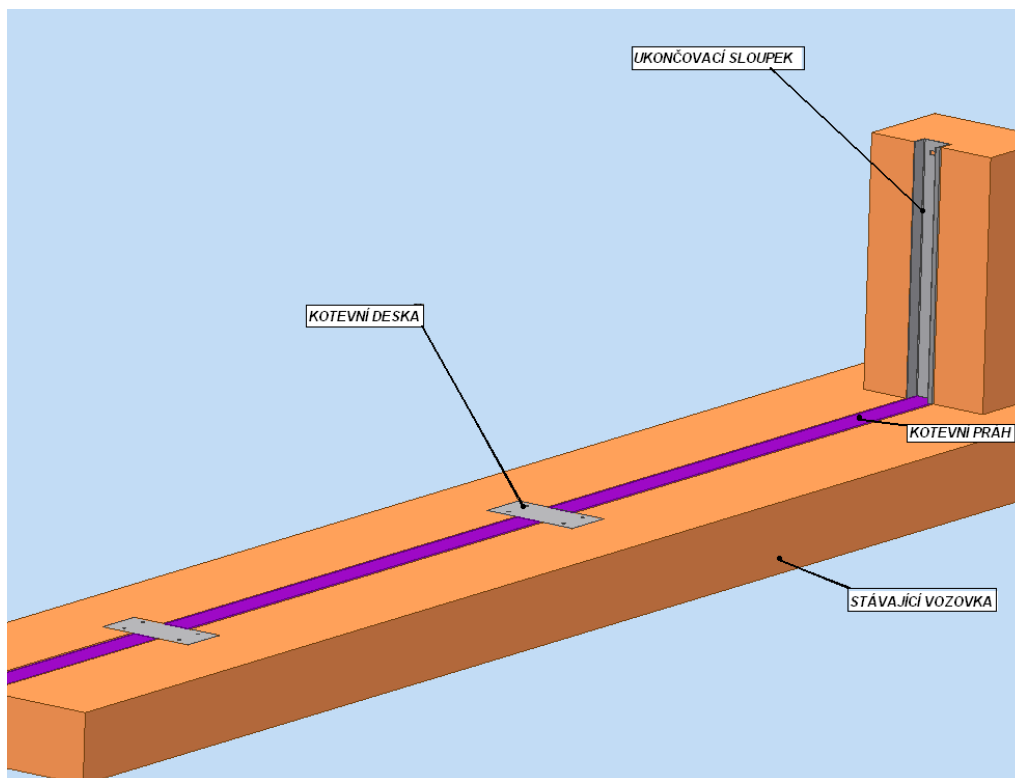
### MOBILNÍ POVODŇOVÉ ZÁBRANY KOMŮRKOVÉ KONCEPCE

Mobilní povodňové zábrany komůrkové koncepce se rozdělují na dva základní druhy podle použitého materiálu – ocelové a hliníkové. Oba dva druhy mají své přednosti i slabiny, oproti jiným typům zábran se však vyznačují vysokou spolehlivostí, pevností, bezpečností a flexibilitou.

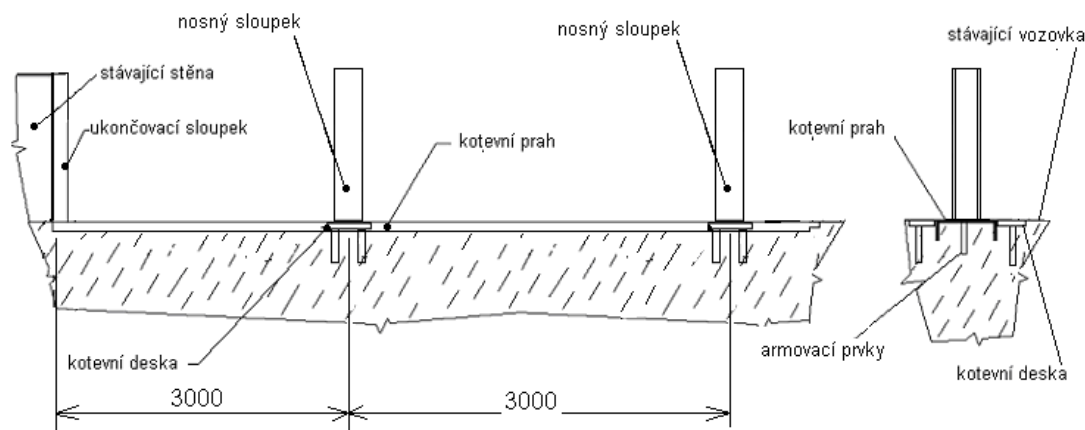
Popis a stavbu tohoto typu zábran si představíme na českém výrobku společnosti SDP Kovo s.r.o. Jedná se o zábrany komůrkové koncepce vyrobené z vysokopevných nerezových jemnozrných ocelí. „Povodňové zábrany tvoří stavebnicový systém, který umožňuje snadnou manipulaci a rychlou stavbu. Pro správnou funkci zábran je potřeba připravit pevný podklad, na který je možno postavit vlastní moduly. Pro pevný podklad se využívá kotevní rám, který je usazen v místě použití tak, aby plnil svou funkci a přitom nenarušoval okolní prostředí. Do kotevního rámu je zasazena kotevní deska a kotevní práh, který je na úrovni okolního povrchu.“ [4]



obr. 12: povodňová zábrana – výrobce firma HOP (Německo)

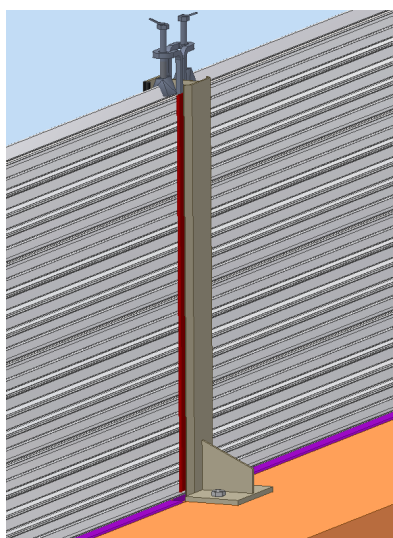


obr. 13: Kotevní deska a práh tvoří s ukončovacím sloupkem kotevní systém zábran.



obr. 14: úprava povrchu

Na takto upravené podloží se staví jednotlivé mobilní části zábran. Standardní délka hradicích modulů je 150 cm a 300 cm, šířka 10 cm a výška 30,5 cm, což je největší výška hradidel na trhu. Použitý materiál umožňuje vyrábět tenkostěnné, a přitom vysoce pevné mobilní povodňové zábrany, jejichž hmotnost je nižší než 40 kg na 1 m<sup>2</sup>.



obr. 16: nosný sloupek přišroubovaný ke kotevní desce (výška sloupků – dle zvolené hradicí výšky zábran)

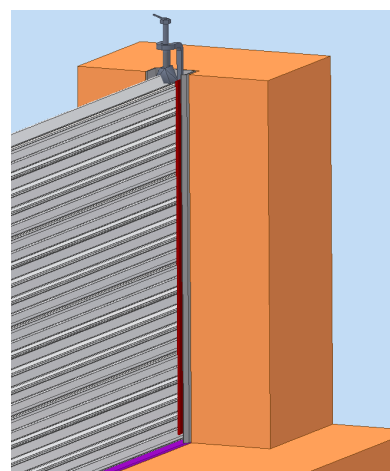
Na kotevní desku se připevní ukončovací kotevní sloupky. Součástí sloupků jsou klemy se stlačovacími šrouby a jednoduše demontovatelné těsnění zajišťující těsnost mezi sloupkem a hradicími moduly.

Pro úseky delší než tři metry se mezi ukončovací sloupky montují nosné sloupky, díky kterým je možné zábrany stavět téměř do neomezené délky.

Mezi jednotlivé sloupky jsou zasouvány vlastní hradidlové moduly, které jsou na horním konci opatřeny šrouby pro zvýšení pevnosti a těsnosti zábran.

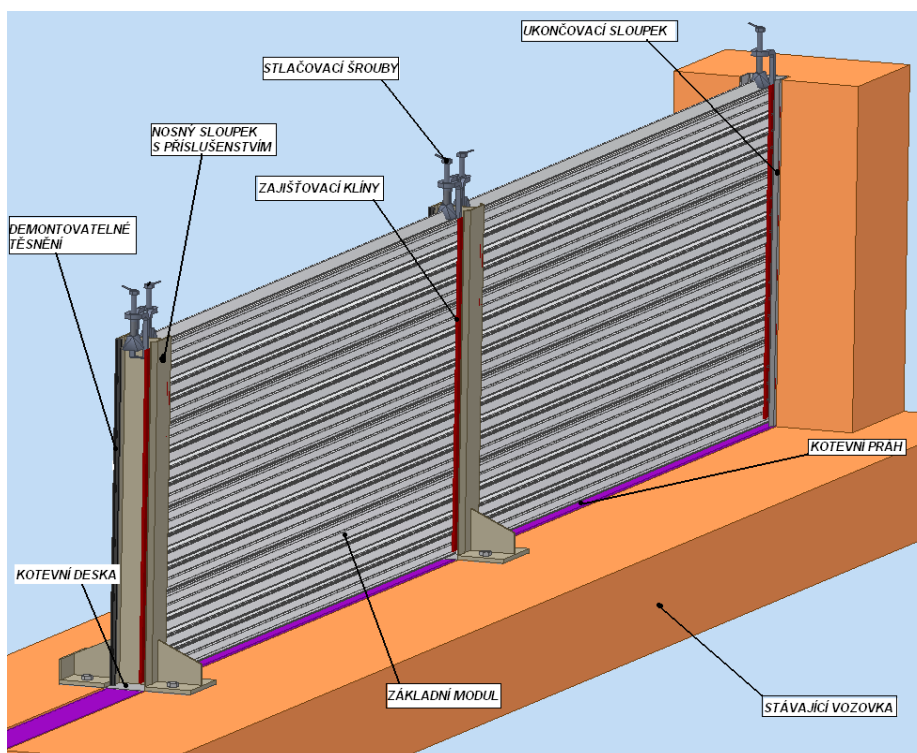
Pro zvýšení stability a pevnosti zábran jsou jednotlivé moduly opatřeny otvory, kterými do zábran při stoupající hladině natéká voda, a tím zábrany zatěžkává.

Snadná montáž a demontáž umožňuje stavět, resp. rozebírat 1 m<sup>2</sup> zábran za 1 minutu. Povodňové zábrany je možné využít například pro ochranu nábřeží, vjezdů, podchodů, oken, ale také v obtížnějším terénu.



obr. 15: ukončovací sloupek (výška sloupků – dle zvolené hradicí výšky zábran)





obr. 17: moduly vkládané mezi nosné sloupky

### MOŽNOSTI ZÁBRAN KOMŮRKOVÉ KONCEPCE

Zábrany můžeme přizpůsobit okolnímu prostředí. Zábrany z „plastových oken“ mohou sloužit jako plot (bariéra) a zároveň vyhlídka do okolí.

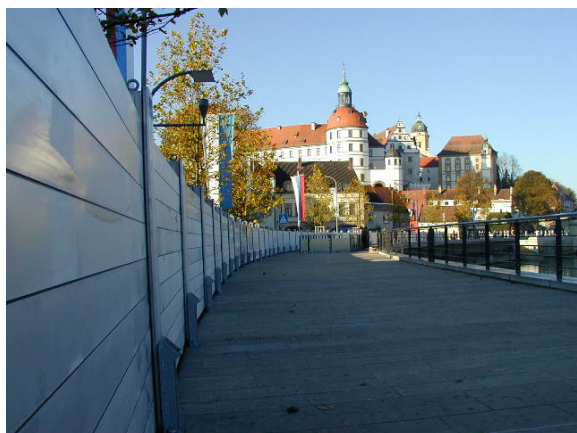


obr. 18, 19 a 20: firma IBS (Německo)



obr. 21, 22 a 23: firma IBS (Německo)

Povodňové zábrany se dají zabudovat také do různých vjezdů, vchodů, podchodů, ale i do oken u rodinných domů či sklepů. Povodňové zábrany komůrkové koncepce můžeme stavět prakticky do neomezené délky, jelikož můžeme jednotlivé moduly na sebe neustále napojovat. Povodňové zábrany mohou chránit i nádraží.



obr. 24: firma IBS (Německo)



obr. 25: firma IBS (Německo)



obr. 26: firma IBS (Německo)

Mobilní povodňové zábrany jsou jedním ze způsobů ochrany proti záplavám. Článek popisuje tuto možnost ochrany takovým způsobem, aby byl srozumitelný široké veřejnosti. V současné době existují mobilní povodňové zábrany, které se při hrozcích záplavách a zvýšení hladiny vody samy aktivují a do několika minut postaví. Zároveň se neustále vyvíjejí nové materiály, aby povodňové zábrany měly menší hmotnost, vyšší kvalitu, přijatelnou cenu, ale i odpovídající spolehlivost, bezpečnost a životnost.

Doufejme, že mobilní povodňové zábrany pomohou lépe čelit ničivým záplavám a ochrání tak nejen náš majetek, ale i lidské životy, jako se již několikrát stalo v minulosti.

### Literatura:

- [1] Hoffmann Z., Jánský L.: *Preventivní opatření v oblasti záplavové problematiky v Plzni*. SVOČ, Fakulta pedagogická ZČU v Plzni, Plzeň 2003.
- [2] Hoffmann Z., Jánský L.: *Hodnotící zpráva pro Magistrát města Plzně*. Plzeň 2003.
- [3] Jánský L.: *Acqua Alta 2003*. Fakulta pedagogická ZČU v Plzni, Mnichov a Plzeň 2003.
- [4] Jánský L.: *Acqua Alta 2006*. Fakulta pedagogická ZČU v Plzni, Hamburg a Plzeň 2003.
- [5] Jánský L.: *Povodňové zábrany v EU*. SVOČ, Fakulta pedagogická ZČU v Plzni, Plzeň 2004.
- [6] Pilous V.: *Technologie kovových materiálů*. ZČU v Plzni, Plzeň 2001.

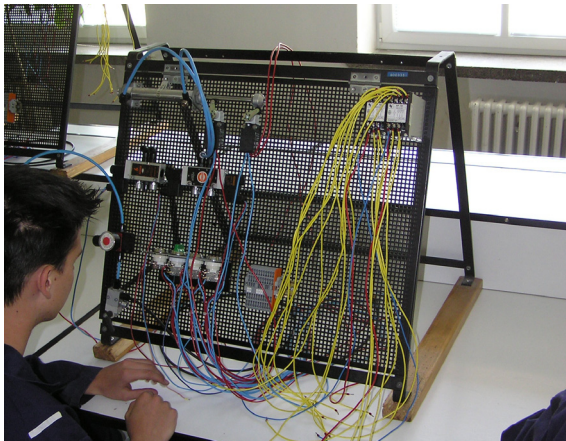
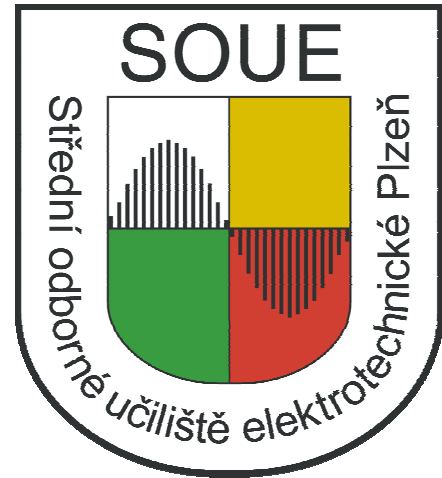


## Svět fyziky

Bohumír Sobotka, Plzeň

Projekt Svět fyziky bude realizovat Střední odborné učiliště elektrotechnické Plzeň, Vejprnická 56<sup>1</sup> za účinné finanční podpory Skupiny ČEZ.

Cílem projektu je vybudovat komplex sálů Světa fyziky, který vytvoří velmi moderně pojatý prvek určený pro vzdělávání a osvětu odborné i laické veřejnosti nejen v elektrotechnických oborech, ale pro jeho široké univerzální audiovizuální možnosti jej bude možné nabídnout i pro pořádání různých školení, seminářů či dalších podobných akcí podobného zaměření. Žákům základních a středních škol bude dána možnost interaktivním způsobem pronikat do problematiky fyziky, matematiky, obnovitelných zdrojů energie, praktického významu úsporných spotřebičů, ... Nedílnou součástí Světa fyziky bude „Pracovní box“, kde žáci budou mít možnost okamžitě si ověřovat získané informace z různých prezentací.



Samozřejmou součástí Světa fyziky budou dva kvalitně vyškolení odborníci – technici, kteří budou na vyžádání k dispozici pro akce pořádané v sále.

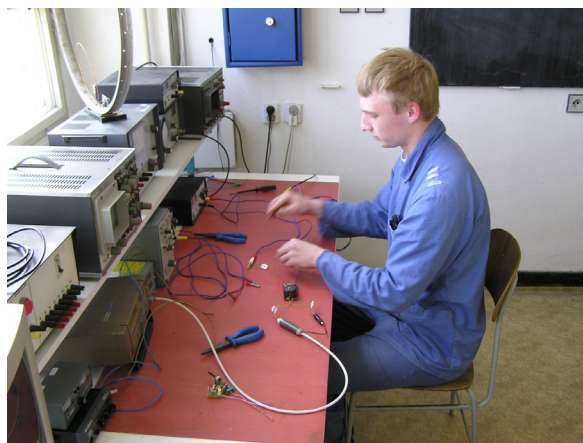
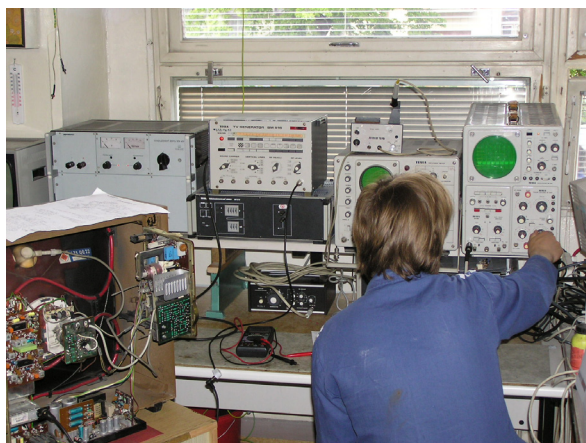
<sup>1</sup> SOUE Plzeň, Vejprnická 56 představuje **moderní typ učiliště, které vychovává odborníky v oblasti elektrotechniky a elektroniky**. Učiliště nabízí střední vzdělání s maturitní zkouškou ve čtyřletých oborech mechanik elektronik, telekomunikační mechanik, mechanik silnoproudých zařízení a v novém oboru mechanik instalatérských a elektrotechnických zařízení budov.

Střední vzdělání s výučním listem mohou žáci získat v tříletých oborech mechanik elektronických zařízení, mechanik elektrotechnických zařízení, elektrikář slaboproud, elektrikář silnoproud a spojový mechanik.

Dále učiliště nabízí denní a nástavbové studium určené pro absolventy učebních oborů a jednoleté zkrácené studium elektrikář.

SOUE Plzeň disponuje vlastními učebnami teoretického vyučování a dílnami odborného výcviku. Má k dispozici rozsáhlý areál se sportovišti a odpočinkovými plochami. Samozřejmostí jsou i ubytovací a stravovací zařízení.





Svět fyziky bude obecně představovat moderně vybavený posluchářský objekt pro potřeby různých prezentací z výuky. Navrhované řešení a technické vybavení bude plnit standardy tak, aby se zvolená projekční technika, vybavení a centrální systém ovládání blížil jednotnosti podobných posluchářských objektů.

Technické vybavení sálu umožní projekci aplikací z notebooků s možností připojení na internet; možnost bezdrátového připojení notebooků vybavených technologií WiFi k internetu; projekci různých předloh i menších 3D-objektů; projekci z médií DVD; dálkové ovládání ohebných žaluzií; kvalitní ozvučení přednáškového sálu slovem i hudbou; intuitivní řízení systému centrálního ovládání AV-techniky z jednoho místa (katedry); náhled zobrazeného obsahu projekce na plochách pro přednášející.

Partneři projektu Svět fyziky:



*Skupina ČEZ*



*ZČU v Plzni*



*Elektrotechnický cech Plzeňského regionu, Plzeň*



*15. ZŠ Plzeň*



*10. ZŠ Plzeň*