

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geologie

Studijní obor: Geologie a biologie se zaměřením na vzdělávání



Veronika Minaříková

**MOŘSKÝ MIKROSVĚT: KOMPLEXNÍ PROJEKT
VE VÝUCE GEOLOGIE A BIOLOGIE PRO GYMNÁZIA**

MARINE MICROORGANISMS: THE COMPLEX PROJECT IN THE LEARNING
FOR GEOLOGY AND BIOLOGY AT GRAMMAR SCHOOLS

Bakalářská práce

Školitel: doc. RNDr. Katarína Holcová, CSc.

Konzultant: RNDr. Vanda Janštová, PhD.

Praha, 2016

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 23.5.2016

Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala své školitelce doc. RNDr. Kataríně Holcové, CSc., za její trpělivost, cenné připomínky a rady, které mi byly nápomocné při tvorbě bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat své konzultantce na biologickou a didaktickou část RNDr. Vandě Janštové, PhD. Další velký dík patří RNDr. Martinu Mazuchovi, Ph.D. za pomoc při práci se skenovacím elektronovým mikroskopem, RNDr. Jiřině Rajsiglové, Ph.D. a doc. RNDr. Jitce Vilímové, CSc. za poskytnutí přínosných materiálů ohledně nového biologického systému. V neposlední řadě bych ráda poděkovala své rodině, příteli a přátelům, jež mě během celého studia podporovali.

ABSTRAKT

Práce se zabývá modifikací profesionálních mikroskopovacích metod pro potřeby školní výuky. Je zde laboratorně zpracován vzorek miocenního stáří s mikrofosiliemi z mořského prostředí karpatské předhlubně. Byla vytvořena příručka pro učitele, kde je poskytnut detailní návod od vyhledání vhodné lokality, přes odběr vzorku, po jeho zpracování a následné pozorování. Jednotlivé nalezené skupiny mikrofosilií jsou stručně charakterizovány. Postup je vhodně upraven pro uskutečnění laboratorního cvičení s prvky badatelsky orientované výuky ve školním prostředí. Zároveň je toto téma začleněno do Rámcových vzdělávacích programů a do vybraného vzorku učebnic.

Klíčová slova: laboratorní práce, mikrofosilie, miocén, baden, karpatská předhlubeň, příručka pro učitele, badatelsky orientovaná výuka

ABSTRACT

This thesis deals with modifications of professional microscopic methods for classroom use. There is a laboratory prepared sample Miocene age with marine microfossils of the Carpathian Foredeep. It was created manual for teachers, where is provided detailed instructions from finding a suitable locality, through sample collection, after their processing, and consequent observations. Each founded microfossil group is briefly characterised. The proces is properly modificate for realization of laboratories with elements of inquiry-based instruction at schools. At least this topic is incorporated in Framework Education Programmes and selected sample of textbooks.

Key words: laboratories, microfossils, Miocene, badenian, Carpathian Foredeep, manual for teachers, inquiry-based instruction

OBSAH

1	ÚVOD.....	1
1.1	CÍLE.....	1
2	DIDAKTICKÁ ČÁST	2
2.1	Laboratorní cvičení.....	2
2.2	Badatelsky orientované vyučování	3
2.3	Zařazení do výuky.....	3
2.3.1	Rámcové vzdělávací programy	4
2.3.2	Učebnice.....	6
3	ZPRACOVÁNÍ MIKROPALEONTOLOGICKÝCH VZORKŮ PROFESIONÁLNÍMI METODAMI.....	8
3.1	Plavení.....	10
3.2	Vybírání pod binokulární lupou.....	10
3.3	Skenovací elektronový mikroskop	11
4	PŘÍRUČKA PRO UČITELE	13
4.1	Geologie prostředí.....	13
4.2	Postup přípravy vzorku pro učitele pro laboratorní zpracování	15
4.2.1	Vyhledávání vhodné lokality	15
4.2.2	Odběr vzorku horniny.....	18
4.2.3	Plavení.....	18
4.2.4	Způsoby pozorování.....	20
4.3	Nalezené skupiny.....	22
4.3.1	Bryozoa (Mechovky)	22
4.3.2	Echinodermata (Ostnokožci)	23
4.3.3	Foraminifera (Dírkonosci).....	23
4.3.4	Mollusca (Měkkýši).....	24
4.3.5	Osteichthyes (Ryby).....	24
4.3.6	Ostracoda (Skořepatci, Lasturnatky)	25

4.3.7	Porifera (Houbovci)	25
4.3.8	Fototabule	26
4.4	Zařazení do systému	26
5	DISKUZE	29
6	ZÁVĚR	30
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	31
8.	PŘÍLOHY	38

Seznam zkratek

AOPK ČR	Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
BOV	badatelsky orientované vyučování
CO ₂	oxid uhličitý
ČGS	Česká geologická služba
ČKP	Česká křídová pánev
ČM	Český masiv
ČR	Česká republika
HCl	kyselina chlorovodíková
Ma	million annum, milion let
PC	počítač
PřF UK	Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy
RVP G	rámcový vzdělávací program pro gymnázia
RVP ZV	rámcový vzdělávací program pro základní vzdělání
ŘED	řádkovací elektronový mikroskop
SEM	skenovací elektronový mikroskop
z angl..	z angličtiny
ZŠ	základní škola

1 ÚVOD

V současné době je zaznamenán nový trend výuky v přírodních a technických vědách, a to badatelsky orientované vyučování (dále BOV), jež podporuje konstruktivistický styl výuky a využívá především aktivizujících metod (Dostál, 2013). V geologických vědách tento způsob výuky zatím není příliš aplikovaný, proto jsem se rozhodla připravit koncepci laboratorního cvičení s prvky BOV pro gymnázia.

Geologická témata jsou často vnímána s negativismem a obavami, což není příliš povzbudivé, a se správným impulsem / návodem by se tento stav mohl změnit. Díky nové úpravě Rámcových vzdělávacích programů pro gymnázia je školám umožněno vyčlenit na výuku Geologie samostatný předmět, což většina škol bohužel nevyužívá, a pokud ano, jedná se o sloučení více předmětů (Jirásková, 2013).

V této práci je laboratorně zpracován vzorek z vrtu miocenního stáří z karpatské předhlubně poblíž lokality Lomnice u Tišnova. Jednotlivé kroky jsou modifikovány pro potřeby škol a zároveň je učitelům poskytnut návod, kam do výuky lze téma mořský mikrosvět zařadit.

1.1 CÍLE

Cílem této práce je připravit podklady pro laboratorní cvičení s prvky badatelsky orientované výuky vhodné pro výuku geologie, biologie a ekologie, jehož efektivnost bude ověřena v rámci diplomové práce. Smyslem je modifikovat práci se složitou laboratorní technikou pro školní prostředí, a umožnit tak žákům a učitelům náhled na práci vědce.

Dalším cílem je připravit příručku pro učitele, která bude nápomocná při přípravě vzorku pro laboratorní práci. Podrobně bude vysvětleno vyhledání vhodné lokality, odběr vzorku, zpracování i způsoby pozorování. Zároveň bude téma zařazeno do Rámcového vzdělávacího programu a do vybraného vzorku učebnic.

2 DIDAKTICKÁ ČÁST

V následující kapitole je blíže charakterizováno laboratorní cvičení, badatelsky orientovaná výuka a zároveň je provedeno zařazení tématu mořský mikrosvět do výuky a to zaprvé do Rámcových vzdělávacích programů pro základní a gymnaziální vzdělávání a zadruhé do vybraného vzorku učebnic. Struktura laboratorního cvičení s prvky badatelsky orientovaného vyučování bude dále přesně rozpracována v rámci diplomové práce.

2.1 Laboratorní cvičení

Laboratorní práce se řadí mezi metody praktických činností žáků, kde je hlavním poznávacím pramenem „*přímá vlastní činnost žáků*.“ (Skalková, 2007; Kasíková, Vališová 2011). Žáci provádějí cvičení samostatně, což jim pomáhá rozvíjet schopnost pozorování, samostatného uvažování, a upevňuje manuální a komunikativní dovednosti. Jeden způsob řazení Laboratorní práce je dle délky na krátkodobé a dlouhodobé, druhé dělení je dle typu, a to buď ilustračního, aplikačního či heuristického charakteru (Průcha, 1995; Kasíková, Vališová, 2011). Poslední jmenovaný typ je v současné době významným inovačním faktorem ve vyučování.

Dle Průchy (1995) má laboratorní cvičení probíhat v odborných učebnách se zajištěným potřebným vybavením. Součástí cvičení je krátká úvodní instruktáž, následně samostatná práce žáků a na závěr vypracování protokolu o průběhu a výsledcích. Petty (2004) charakterizuje laboratorní práci jako „*procvičování pod dohledem učitele*“, a upozorňuje, že při nesprávné přípravě se může jinak zábavná činnost změnit v nudnou, či dokonce frustrující.

Skalková (2007) laboratorní cvičení chápe jako „*jednu z významných cest, které pomáhají překonávat jednostranně slovní a nazírací způsob vyučování*“, při které se žáci učí experimentovat a získávají dovednosti jako je rozvrhnutí práce, vyvození závěrů apod.

2.2 Badatelsky orientované vyučování

Termín „badatelsky orientované vyučování“ pochází z anglického slova „inquiry“, neboli bádání, či hledání pravdy (Stuchlíková, 2010). Dle Dostála (2013) je třeba striktně rozlišovat badatelsky orientovanou výuku, vyučování a učení. Badatelsky orientovanou výukou (z angl. inquiry-based instruction), se zabývá například Lord, Orkwiszewski (2006); Amaral et. al. (2002) a Parr, Edwards (2004). Badatelsky orientované vyučování (z angl. inquiry-based teaching); zkoumají například Edelson et. al. (1999) či Lin et. al. (2012). a badatelsky orientované učení (inquiry-based learning; Brew, 2003; Kirschner, Sweller, Clark, 2006). V literatuře často dochází k záměně jednotlivých pojmů, díky rozdílnému výkladu jednotlivých autorů zabývajících se tímto tématem.

Pasch (1998) zařazuje badatelskou výuku mezi induktivní formy vyučování, tzn., kdy žáci musí samostatně vysvětlit získané informace a „*následně aplikovat zákonitosti*“. Výhody badatelsky orientovaného vyučování vidí Stuchlíková (2010) v „*budování a aplikování schopností hledat a objevovat, které jsou podložené dovednostmi určenými pro zkoumání*“. Na druhou stranu mezi nevýhody badatelsky orientovaného vyučování jsou řazeny možné prvotní obtíže při aplikaci principů bádání žáky, jelikož se jedná o něco nového, nezažitého.

2.3 Zařazení do výuky

Téma mořský mikrosvět je velice různorodé a díky tomu skýtá více možností, kam jej do výuky začlenit. Lze se na něj dívat hned ze tří aspektů, a to biologických, geologických a ekologických. Pokud se na mikrosvět podíváme z biologického hlediska, můžeme nalezené mikrofosilie zařadit do systému organismů¹, případně se blíže zaměřit na ekosystémové vztahy jednotlivých nalezených skupin ve vzorku. Tím se zároveň dostáváme na pole vztahů mezi organismy a prostředím a mezi organismy navzájem, což je ekologie.

Pohlédneme-li na toto téma z ekologické stránky, můžeme využít mořského prostředí, charakterizovat vztahy mezi organismy a zaměřit se na celkovou funkci tohoto ekosystému. Jestliže se podíváme na geologický aspekt, dá se určit geologický věk a pokusit se daný vzorek zařadit do geologického období. Dále pak vyhledat

¹ Skupiny jsou blíže charakterizovány a zařazeny v poslední kapitole „Příručky pro učitele.“

na geologické mapě ČR další oblasti se stejnými podmínkami či si říci více o celkovém vývoji organismů na Zemi. Hlavní výhodou tématu mořský mikrosvět je jeho přesah mezi zmíněnou biologií, geologií a ekologií. Všechny části se dají komplexně propojit, ale zároveň lze zvolit pouze jeden okruh, a tomu se věnovat do detailů. Záleží čistě na uvážení pedagoga.

Pro lepší přehlednost je téma mořský mikrosvět zařazen do Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (dále RVP ZV), jehož druhý stupeň upravuje vzdělávání na nižším stupni víceletých gymnázií a do Rámcového vzdělávacího programu pro gymnaziální vzdělávání (dále RVP G), který upravuje vzdělávání na čtyřletých a vyšších stupních víceletých gymnáziích (Bílá kniha, 2001). Jedná se o náhled, kde lze toto téma aplikovat ve výuce a současně je třeba jej přizpůsobit Školnímu vzdělávacímu programu (ŠVP) a možnostem dané školy. Dále byla uskutečněna selekce nejdostupnějších učebnic biologie (přírodopisu), geologie a ekologie, z nichž byly následně vybrány kapitoly, do kterých lze zařadit téma mořský mikrosvět.

2.3.1 Rámcové vzdělávací programy

Níže je téma mořský mikrosvět zařazeno do tematických okruhů Rámcových vzdělávacích programů pro základní vzdělávání (RVP ZV) a do Rámcových vzdělávacích programů pro gymnázia (RVP G). Kurikulární dokument RVP ZV je zde uveden díky geologickému aspektu této laboratorní práce, protože Geologie je vyučována v rámci předmětu Přírodopis (Biologie) v 9. ročníku základního vzdělávání. Na gymnáziích to odpovídá druhému ročníku šestiletých a čtvrtému ročníku osmiletých gymnázií (Bílá kniha, 2001; RVP ZV, 2013).

Téma mořský mikrosvět je geologicko-biologicko-ekologického charakteru a spadá tudíž pod vzdělávací oblast Člověk a příroda do vzdělávacích oborů Přírodopis (RVP ZV), Biologie (RVP G), Geologie (RVP G) a do průřezového tématu Environmentální výchova (RVP ZV, RVP G).

Rámcové vzdělávací programy pro základní vzdělávání (RVP ZV)

V rámci dvouhodinového laboratorního cvičení se dá téma mořský mikrosvět zahrnout do následujících tematických okruhů z RVP ZV: Obecná biologie a genetika, Biologie živočichů, Neživá příroda, Základy ekologie a v neposlední řadě také do Praktického poznávání přírody (RVP ZV).

V tematických okruzích Obecná biologie a genetika a Biologie živočichů se dá využít systematického zařazení jednotlivých skupin, jejichž fosilní zástupci se našli ve vzorku. Pomocí atlasů a klíčů lze určit jednotlivé zástupce a začlenit je do vyšších taxonomických jednotek.

V okruhu Neživá příroda lze pomocí geologické mapy ČR charakterizovat danou oblast, odkud vzorek pochází, určit její přibližné stáří a pokusit se ji umístit na geologickou časovou osu. Dále pak rozpoznat typ horniny (sedimentární, případně konkrétněji vápnitá, která po pokapání kyselinou HCl zašumí), či vyhledat další lokality se stejným horninovým složením.

Pro Základy ekologie je relevantní mořský ekosystém a vztahy mezi organismy a prostředím. V Praktickém poznávání přírody lze využít v rámci laboratorní práce praktické metody a to: manipulaci s pinzetou či jehlou a práci s mikroskopem (RVP ZV, 2013).

Průřezové téma Environmentální výchova má vést žáka „k pochopení komplexnosti a složitosti vztahů mezi člověkem a životním prostředím“ (RVP ZV, 2013). Téma lze zařadit do tematického okruhu mořských ekosystémů a základních podmínek života, kde se hodí do podokruhu voda a biodiverzita ekosystémů.

Rámcové vzdělávací programy pro gymnázia (RVP G)

Dle RVP G ve vzdělávacím oboru Biologie se může mořský mikrosvět začlenit Dle RVP G ve vzdělávacím oboru Biologie se může mořský mikrosvět začlenit do Biologie protist, Biologie živočichů a Ekologie. V prvním vzdělávacím obsahu Biologie protist lze charakterizovat jednotlivé zástupce a zaměřit se na ekologické poměry, ve kterých žijí. Taxonomické zařazení jednotlivých druhů se probere v rámci Biologie živočichů, a v Ekologii se objasní základní ekologické vztahy (RVP G, 2007).

Geologický vzdělávací obor skýtá možnosti zařazení do tematického okruhu: Geologické procesy v litosféře, kde lze využít geologickou mapu ČR, a s její pomocí blíže určit geologické poměry daného regionu. Zároveň lze zmínit i významné paleontology a jejich práci například Joachima Barrande či Augusta Emanuela Reusse.

Průřezové téma Environmentální výchova v RVP G zahrnuje 2 vhodné okruhy: Problematiku vztahů organismů a prostředí, kde je relevantní vliv prostředí na organismy a působení abiotických a biotických faktorů na organismus, a Člověka a životní prostředí, v němž se dá začlenit do významu organismů pro člověka a příčin

vzniku a zániku některých živočišných druhů z geologického časového pohledu (RVP G, 2007).

V návaznosti na laboratorní cvičení lze samozřejmě využít i více tematických okruhů, případně se jim věnovat do hloubky v rámci následujících hodin přírodopisu, biologie, či geologie. Toto téma se dá geologicky propojit i se vznikem hornin, vnějšími geologickými ději, či vývoji organismů v průběhu věků. Dá se rozpoutat i diskuze o tzv. Velké pětce, tzn. největším vymírání, a zkusit se zamyslet, co mohlo vést k jejich vzniku, případně zanalyzovat nějaký vědecký článek a vytvořit vlastní hypotézu o vymírání, jež by se mohla dále ověřit v badatelsky pojeté výuce.

Z biologického a ekologického hlediska je možné se hlouběji zaměřit na vzájemné vztahy organismů a prostředí, vlivy na jejich život, či dále specifikovat jednotlivé druhy a porovnat je například s dnešními žijícími organismy. Alternativ je mnoho a záleží čistě na uvážení pedagoga, jak moc do hloubky se chce tématu věnovat, případně jakým směrem chce výuku v návaznosti na laboratorní cvičení dále vést.

2.3.2 Učebnice

Učebnice se řadí mezi kurikulární dokumenty spolu s učebními plány a osnovami. Zároveň jsou také nejdůležitějším a nejčastějším zdrojem informací žáků - slouží k didaktické komunikaci, a to jak svým obsahem, tak i strukturou (Průcha, 1995). Dle Kasíkové a Vališové (2011) konkretizují učební osnovy, vytvářejí určitý zobecněný scénář vyučovacího procesu, a zároveň jsou jim připisovány funkce didaktické a organizační.

Dříve byly učebnice jediným dostupným zdrojem informací pro žáky, proto byl důležitý především obsah. Naproti tomu v dnešní době existují moderní didaktické prostředky jako např. interaktivní tabule, jež umožňuje zprostředkování informací promítáním prezentací, videí apod. Učebnice jsou proto pojímány více komplexně, snaží se kromě předávání učiva zároveň podnítit učení žáků založené na jejich vlastní iniciativě (Skalková, 2007), často obsahují obrázky, různé doplňující otázky, cvičení a úkoly pro zvědavé, zajímavosti atd.

Tato kapitola pojednává o zařazení tématu mořský mikrosvět do jednotlivých kapitol různých typů učebnic přírodopisu, biologie, geologie, případně ekologie. V převážné většině se jedná o učebnice geologické, jelikož více odpovídají zaměření práce. Pro ilustraci jsou vybrány pouze ty učebnice, které jsou na trhu nejdostupnější.

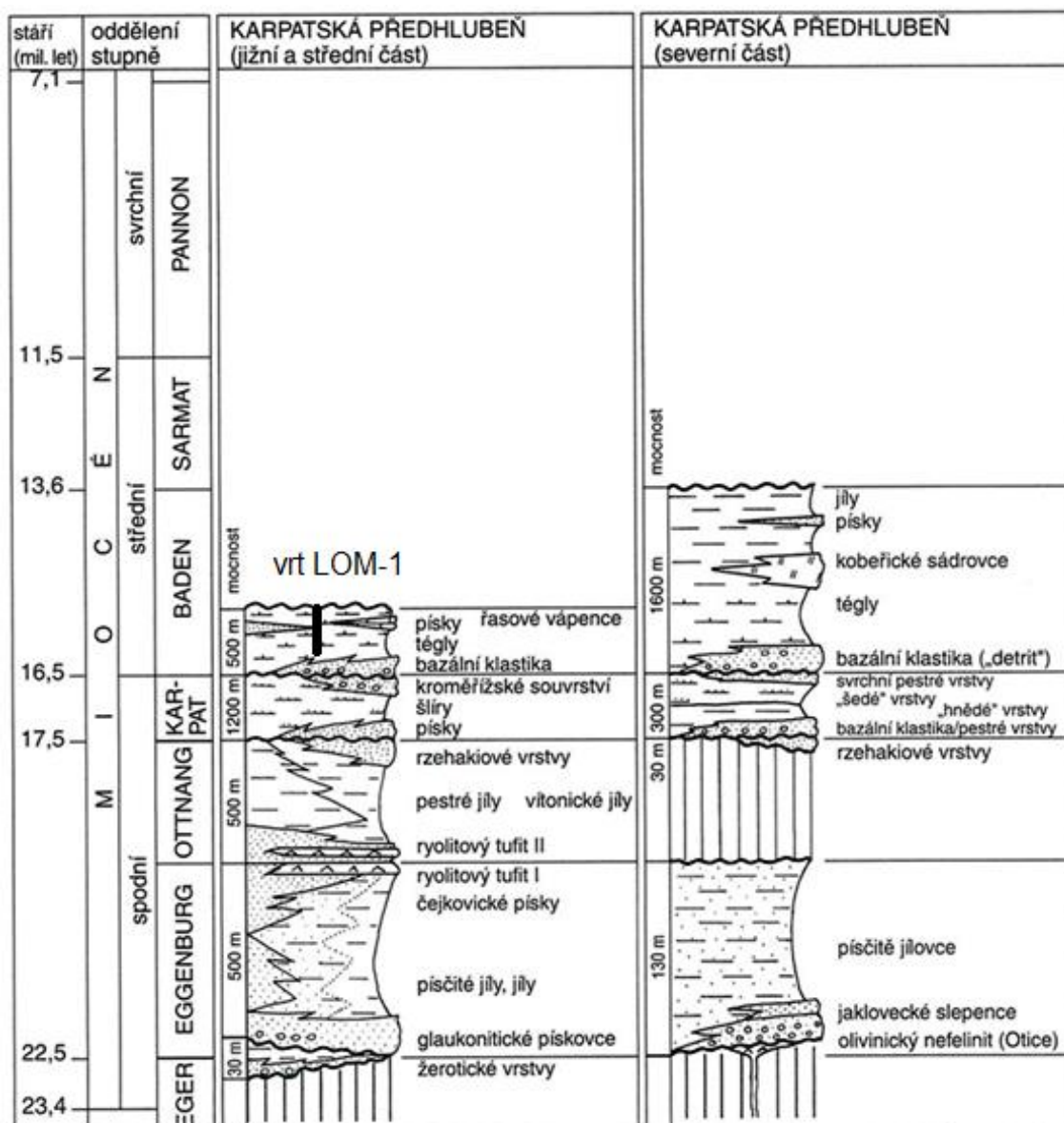
Vybráno bylo celkem 18 nedostupnějších učebnic a 2 biologické přehledy od různých nakladatelství a autorů, aby byla zajištěna různorodost zkoumaného vzorku. V příloze č. 3 jsou u každé učebnice vypsány jednotlivé kapitoly z obsahu, kam lze téma mořský mikrosvět začlenit a zároveň je přiložena i fotografie pro lepší orientaci. Jednotlivé publikace jsou řazeny nejprve dle ročníku, ve kterém se dá učebnice použít, poté je uveden autor případně kolektiv autorů, název učebnice, nakladatelství a rok vydání. Přehledové učebnice jsou uvedeny zcela na závěr. U každé učebnice je uvedena kapitola, případně podkapitola, kam se dá téma mořský mikrosvět zařadit, aby korespondovalo s probíraným učivem. V rámci biologie se dá toto téma zahrnout především do vývoje, případně třídění organismů, v geologii například do historické geologie, a v ekologii do mořského ekosystému.

3 ZPRACOVÁNÍ MIKROPALEONTOLOGICKÝCH VZORKŮ PROFESIONÁLNÍMI METODAMI

Následující kapitola popisuje postup přípravy a zpracování vzorku včetně výběru mikrofosilií a jejich snímání pod řádkovacím elektronovým mikroskopem, jehož princip fungování je přiblížen na stránkách Fyzikálního ústavu Akademie věd ČR.² V kapitole Příručka pro učitele je tento postup adekvátně upraven pro potřeby škol a zároveň tato kapitola slouží jako takové nahlédnutí pod pokličku práce vědce. Žákům lze ukázat mikroskopické snímky z elektronového mikroskopu pro větší názornost.

K dispozici jsem měla vzorek z vrtu z lokality Lomnice u Tišnova, který pocházel z hloubky 8 m. Miocenní vzorek vápnatých jílu pochází z karpatské předhlubně a jeho stáří se datuje na cca 14 milionů let, čímž se řadí do regionálního stupně spodního badenu (Chlupáč et al., 2011). Geologický věk je doložen tzv. indexovými fosiliemi, které mají několik kritérií. Jedná se to kosmopolitní rozšíření, snadnou rozpoznatelnost a musí se vyskytovat po relativně krátké období. V této době zde na území jižní Moravy transgredovalo moře podmínkami podobnými dnešnímu Středozemnímu moři, což dokládají přítomné fosilie a složení hornin (obr. 1).

² <http://www.fzu.cz/popularizace/elektronovym-mikroskopem-do-nitra-materialu-aneb-jak-vypada-jejich-struktura>



Obr. 1 Stratigrafie karpatské předhlubně s vyznačením lokalizace vrtu LOM-1 (Chlupáč et. al, 2011, upravila: V. Minaříková)

3.1 Plavení

Vzorek jsem v plavírně rozdrtila kladívkem na části velké cca 1 cm³, kousky vložila do nádoby s trochou vody a jedlé sody (NaHCO₃) a přivedla směs k varu. Jelikož se hornina zcela nerozpadla, umístila jsem nádobu po částečném vychladnutí do mrazáku a nechala směs zmrznout. Po vyjmutí jsem zmrzlou směs opět povařila a poté nechala zmrznout. Díky velkým změnám teplot se hornina postupně rozrušila, až dosáhla požadované konzistence. Vzniklý kal jsem plavila v sedimentologickém sítu o velikosti ok 0,1 mm (Holcová, 2012) pod slabším proudem vody. Přeplavený vzorek jsem nechala volně usušit na Petriho misce a následně byl výplav připraven pro výběr mikrofosilií.

3.2 Vybírání pod binokulární lupou

Vysušený výplav na Petriho misce jsem vložila pod binokulární lupu a zahájila výběr jednotlivých mikrofosilií pomocí jehly na korálky, jež byla dostatečně tenká a umožňovala větší přesnost výběru. Jednotlivé mikrofosilie jsem ukládala do uzavíratelné Frankeho komůrky vhodné k jejich uchování do doby, než se veškerí zástupci vyberou a připraví pro další pozorování pod skenovacím elektronovým mikroskopem.



Obr. 2 Frankeho komůrky, zdroj: <http://www.fema-salzgitter.de/image/titel-bild2.jpg>

3.3 Skenovací elektronový mikroskop

Skenovací (rastrovací) elektronový mikroskop (SEM), neboli řádkovací elektronový drobnohled (ŘED) je další možností pro pozorování, umožňující větší zvětšení. Zobrazovací metodou tohoto mikroskopu je využití pohyblivého svazku elektronů dopadajících na jednotlivé části snímaného objektu a jejich následného odrazu zpět³. Mikrofosilie jsem pozorovala na SEMu značky JEOL typ JSM-6380LV.

Pro pozorování jsem si nejprve připravila průhlednou uzavíratelnou krabičku o rozměrech 2 x 2 cm, kovovou destičku o rozměru 1 – 1,5 cm, oboustrannou lepenku a tenkou jehlu na korálky. Kovovou destičku jsem oblepila lepenkou z obou stran, z jedné strany odlepila vrchní část a přilepila destičku k průhledné krabičce. Z druhé strany jsem sejmula ochrannou část a na lepidlo jsem poté postupně kladla jednotlivé zástupce v rozestupech do sloupců pod sebou, abych je při snímání řádkovacím elektronovým mikroskopem mohla snadněji nalézt a poté na ně bez problémů zaostřit. Pokud se jednotlivé objekty nalepí příliš blízko sebe, může dojít k vyrušení signálu v SEMu a snímky pak nejsou dostatečně kvalitní, případně je na snímku více druhů, což není pro následující úpravy snímků žádoucí. Dalším důležitým bodem je nezanést nečistoty na lepicí pásku, protože mohou také způsobit vyrušení signálu při snímkování.

Po zaplnění kovového terčíku jsem uzavřenou krabičku odnesla k řádkovacímu elektronovému drobnohledu. Zde jsem opatrně vyjmula minci s nalepenými fosiliemi z krabičky a přelepila ji na speciální destičku, kterou jsem vložila na pozlacení do naprašovací aparatury firmy JEOL typu JFC-1200. Po pozlacení jsem vyjmula destičku a vložila ji do skenovacího elektronového mikroskopu.



Obr. 3 Naprašovací aparatura JEOL JFC-1200, foto: V. Minaříková

³ <http://www.fzu.cz/popularizace/elektronovym-mikroskopem-do-nitra-materialu-aneb-jak-vypada-jejich-struktura>

Pomocí zaostřovacího šroubu jsem našla destičku se vzorky a postupně přibližovala a zaostřovala na jednotlivé druhy. U každého snímku jsem upravila kontrast, doostřila a objekt vyfotila. Fotografie jsem poté nahrála na flashdisk, a v PC dále upravila v programech Zoner photo studio a Corel Draw.



Obr. 4 Skenovací elektronový mikroskop JEOL JSM-6380LV, foto: V. Minaříková

4 PŘÍRUČKA PRO UČITELE

Metodická příručka pro učitele je zpracována tak, aby poskytla jednoduchý a srozumitelný návod k přípravě podkladů pro laboratorní práci pro žáky, a bude dále rozšiřována v rámci diplomové práce. Nejprve je lokalita stručně charakterizována z hlediska geologie prostředí, a poté je podrobně rozpracován postup přípravy vzorku od vyhledání vhodné lokality, po odběr, zpracování a možnosti pozorování. Zároveň je vytvořen přehled nalezených druhů mikrosofilí ve výplavu, včetně fotografií pro větší názornost. Na závěr jsou jednotlivé druhy zařazeny do „starého“ a „nového“ systému organismů.

4.1 Geologie prostředí

K dispozici jsem měla vzorek z vrtu z lokality Lomnice u Tišnova, který pocházel z hloubky 8 m. Miocenní vzorek vápničných jílu patří do útvaru Západních Karpat, konkrétněji pochází z karpatské předhlubně a jeho stáří se datuje přibližně na 14 milionů let, čímž se řadí do regionálního stupně spodního badenu (Chlupáč et. al., 2011). V této době zde na území jižní Moravy transgredovalo moře podmínkami podobné dnešnímu Středozemnímu moři. Na obrázku níže je vyobrazen pravděpodobný vzhled mořského prostředí.



Obr. 5 Paleogeografická rekonstrukce podoby moře ve středním miocénu, zdroj: K. Holcová

V této době zde ještě nebyly pohoří v dnešní podobě, protože stále docházelo k pohybu kontinentů a Alpinská orogeneze (vrásnění) se teprve dotvářela (McCann, 2008). Středozápadní Evropa byla rovněž v pozměněné podobě a byla zčásti potopená. Postupem času se tato část kontinentu začala otáčet o 90° a získala tak svoji „dnešní“ podobu. Na obrázku níže můžete vidět paleogeografickou rekonstrukci miocenní podoby střední Evropy s vyznačenou lokalitou Lomnice u Tišnova. Zároveň je zde vyznačeno pár dalších zemí pro lepší orientaci. Střední Evropa je zaplavena mořem Paleotethys, včetně karpatské předhlubně.



Obr. 6 Paleogeografická rekonstrukce střední Evropy ve spodním badenu, zdroj: K. Holcová, upravila V. Minaříková

Sedimenty z této oblasti jsou bohaté na mořskou faunu a mají barvu žlutošedou, šedou, hnědožlutou či šedomodrou. Jedná se o vápnité jíly, též označované jako „tégly“ (Zimák et. al., 1997).

4.2 Postup přípravy vzorku pro učitele pro laboratorní zpracování

Následující kapitola pojednává o postupu přípravy vzorku od vyhledání vhodné lokality po jeho další zpracování. Postup je adekvátně upraven pro potřeby učitelů a škol, a podle možností může každý učitel zvážit, který postup zvolí.

Před zahájením samotné laboratorní práce se žáky je třeba si předpřipravít vzorek k pozorování. Laboratorní práce je koncipována na 2 vyučovací hodiny (2 x 45 min), za něž by se nestihl vzorek adekvátně připravit. Pokud máte možnost využít projektové výuky a mohli byste zpracovat toto cvičení s pomocí žáků a rozvrhnout do více hodin, rozhodně to není překážkou. Vše záleží pouze na Vás a Vašich možnostech. Největším přínosem tohoto cvičení je fakt, že není důležité, kdy vzorek připravíte. Vydrží Vám totiž po celou dobu, aniž by se znehodnotil.

Samotný postup se dá rozdělit do 4 částí:

1. Vyhledání vhodné lokality
2. Odběr vzorku horniny
3. Přeplavení vzorku
4. Výběr a pozorování

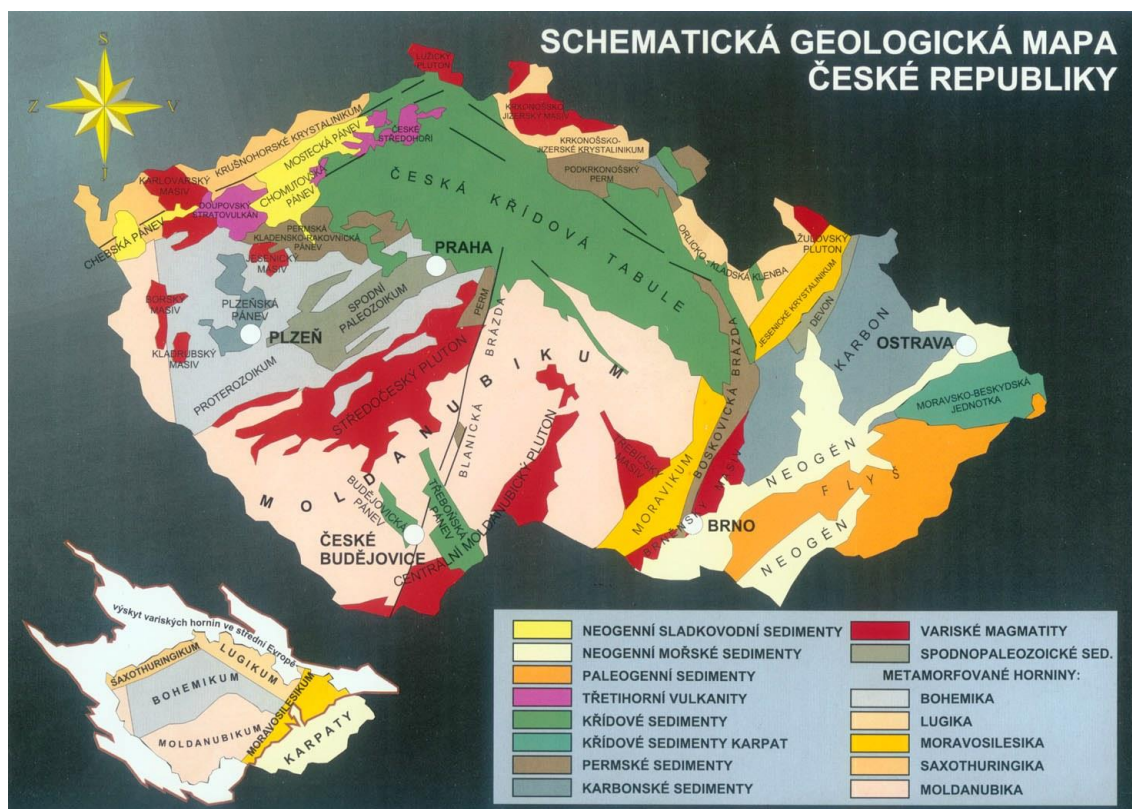
4.2.1 Vyhledávání vhodné lokality

Způsobů vyhledávání vhodné lokality pro získání vzorku existuje několik. Není třeba rozsáhlých geologických znalostí, zvládne je úplný začátečník a každý si může zvolit způsob dle své preference. V této bakalářské práci byl použit vzorek z vrtu jako ukázka pokročilejšího zpracování, nicméně ho lze adekvátně nahradit vzorkem dostupným na odkryvech v této lokalitě, není třeba se obávat ze zajišťování složité techniky.

Asi nejdostupnějším způsobem vyhledávání lokality k získání potřebného vzorku je využití internetových stránek o geologických lokalitách pod ČGS⁴, kde lze vybírat podle různých aspektů, jakými jsou například název lokality, charakteristika, lokalizace aj. V rámci lokalizace lze vyhledávat podle kraje, okresů apod. Mořské

⁴ <http://lokality.geology.cz/d.pl?item=3>

mikrofosilie lze nalézt na území Čech v České křídové pánvi (ČKP), dále pak v sedimentech paleogénu, neogénu a křídý na Moravě a ve Slezsku. Je třeba dát si pozor na křídové sedimenty v Čechách, protože se kromě ČKP vyskytují i v oblasti jižních Čech, zde se však jedná o sladkovodní prostředí (Chlupáč et. al., 2011). Níže na schematické geologické mapě jsou znázorněny jednotlivé oblasti. Relevantní jsou neogenní mořské sedimenty, paleogenní sedimenty, křídové sedimenty (zde pouze oblast ČKP) a křídové sedimenty Karpat. Vyberete-li tedy oblast v návaznosti na tuto geologickou mapu, neměli byste mít se vzorkem problém.



Obr. 7 Zjednodušená geologická mapa ČR, zdroj:

http://images.slideplayer.cz/11/3174223/slides/slide_2.jpg

V případě vyhledávání dle charakteristiky jsou k dispozici záložky Geologický jev, Geneze (původ jevu), Hornina, Stratigrafie, Regionálně geologická jednotka a mnohé další. Doporučuji vybrat si jedno nebo dvě kritéria, které zadáte, a po vygenerování seznamu lokalit, dále s výčtem pracujte. Možností zadávání kritérií je vícero, proto zde uvedu jen několik příkladů. V případě záložky Geneze zvolte „sedimentární“, v záložce Hornina vyberte „slín“, případně „slínovec“, ve stratigrafii můžete vybrat „paleogén“, „neogén“ a „křídou“ (pozor na sladkovodní jihočeské pánve).

Další vyhledávací metodou je použití geologické mapy ČR, jež nabízí komplexnější náhled na horninový podklad, na druhou stranu je zde třeba zohlednit,

že se jedná o mapu odkrytou, tedy zobrazenou bez čtvrtohorních sedimentů. Proto je třeba při sběru vzorku najít na stěně odkryté místo, případně stěnu očistit, jelikož sedimenty starší než kvaterní nemusí vystupovat na povrch. Geologické mapy jsou dostupné online na Geologických a geovědních mapách ⁵, Geologickém informačním serveru ⁶, či na České geologické službě (ČGS) ⁷. U prvních dvou zmíněných lze vyhledávat podle okresů. Pokud byste chtěli vlastní geologickou mapu ČR, lze ji zakoupit i ve specializovaných knihkupectvích (např. ČGS), stojí cca 400,- Kč.

Využít lze rovněž i naučných stezek, které jsou snadno přístupné, a často je na nich povolen sběr zkamenělin a vzorků. Seznam stezek lze najít např. v popularizační sekci ČGS o naučných stezkách ⁸, případně geologických stezkách ⁹, či na stránkách AOPK ČR ¹⁰. Hlavní výhodou je to, že stezka už je připravená a zmapovaná. Limitující může být poloha stezky případně typ geologického podkladu, jelikož nemusí jít vždy o mořské prostředí.

V neposlední řadě můžete využít i národních geoparků, kterých máme v ČR k roku 2016 aktuálně šest, a postupně přibývají. Vhodné geoparky pro nalezení mořských usazenin jsou například Broumovsko a Ralsko. Zároveň Vám odborníci z geoparků mohou doporučit vhodnou lokalitu, případně poradit s určením vzorku.

Další z variant je i využití samotných žáků k získání vzorku - je možné pracovat i s plážovými sedimenty, vhodné je jakékoliv pobřeží moře. Lepší jsou jemnější sedimenty, ideálním místem pro odběr je 1-2 m od pobřeží, co nejjemnější vzorek, stranou od turistických pláží, kde se často jedná o písek sekundárního původu (navezený). Bohatě postačí hrst písku. Vhodné lokality jsou například v Severním moři (Dánsko – vatová pobřeží), v okolí Bretaně, Středozemního moře (s výjimkou Benátské zátoky), Egypt, Karibik, aj. Největší výhodou takto získaného vzorku je skutečnost, že odpadá část se zpracováním a lze rovnou pozorovat a zaznamenávat výsledky.

Po vyselektování adekvátní lokality a nastudování horninové skladby si vytipujte vhodné místo pro odběr vzorku.

⁵ <http://www.geologicke-mapy.cz/>

⁶ <http://www.gweb.cz/geologicke-mapy/>

⁷ <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>

⁸ <http://www.geology.cz/extranet/popularizace/naucne-stezky>

⁹ <http://www.geology.cz/extranet/onas/odkazy-old/linkyochranazp-old/stezky>

¹⁰ <http://www.ochranaprirody.cz/obecna-ochrana-prirody-a-krajiny/neziva-priroda/geologicke-stezky/>

4.2.2 Odběr vzorku horniny

Na zvolené lokalitě vyberte část stěny, kterou lze dobře očistit. Potřebujete vápnitou horninu, kterou snadno ověříte tak, že na ni pokapete trochu HCl. Pokud při kontaktu s kyselinou hornina šumí (uvolňování CO_2), měli byste mít správný vzorek. Následně provedete odběr vzorku o minimální hmotnosti 0,5 kg, který poté uložíte do sáčku, na nějž uvedete datum, čas, lokalitu, přibližnou lokaci odběru atp. Pokud jste si jisti typem horniny, můžete uvést i ten. Vhodné je také pořídit fotografii nebo náčrt stěny a označit si umístění do připravené mapy.



Obr. 8 Odebraný vzorek horniny, foto: V. Minaříková

4.2.3 Plavení

Další část zpracování vzorku již probíhá laboratorně a zapotřebí k němu budou následující pomůcky: kladívko, sáček se vzorky, starý hrnec, vaříč, mrazák, síto, sprcha s výlevkou, jedlá soda a Petriho misky.

Postup:

1. Nejprve vzorek rozdrťte kladívkem na části o objemu cca 1 cm^3 .
2. Kousky horniny vložte do starého hrnce s vodou, přidejte trochu jedlé sody a krátce povařte, dokud nevznikne „bahno.“ V případě, že horninu nelze rozmělnit, vložte celý hrnec do mrazáku, nechte vodu i s kousky horniny zmrznout, poté vyjměte a opět povařte. V případě potřeby tento postup opakujte do doby, než se hornina rozmělní.

Poznámka: Tento konkrétní postup je vypracován pro zpracování klastických hornin od pískovců po jílovce. U jiných typů hornin je třeba postup adekvátně upravit.

TIP: Pro laboratorní cvičení se žáky je možné jeden vzorek připravit předem a jeden nechat jako vzorovou ukázkou, případně rozdělit jednotlivé kroky zpracovávání do více laboratorních cvičení, pokud je to možné.



Obr. 9 Rozbitá hornina připravené k vaření



Obr. 10 Zmrazení povařeného vzorku

3. Vzniklé „bahno“ je potřeba přeplavit (promýt) pod slabším proudem vody (abyste si neodplavili většinu fosilií). Ideální volbou je sprcha, ale je třeba dát pozor na možné ucpání odtoku. „Bahno“ vložte do kuchyňského síta vystlaného gázou, monofilem, mlynářským hedvábím či obaleného klasickými punčochovými kalhotami. Další vhodnou alternativou je i planktonka. Pokud máte k dispozici sedimentologické síto o velikosti ok 0,1 mm, použijte ho.

Poznámka: Jako málo vhodné je plavení většího množství vzorku v umyvadle, neboť hrozí jeho ucpání. Kromě sprchy se jako vhodná jeví také výlevka.



Obr. 11 Promývání vzorku, foto: V. Minaříková

4. Přeplavený vzorek s fosiliemi nechte usušit ideálně na Petriho či jiné misce. Po uschnutí je již možné začít se samotným pozorováním.

4.2.4 Způsoby pozorování

Přeplavený vzorek je možné pozorovat pomocí několika zařízení. Mezi nejběžnější a pro školy nejdostupnější patří světelný mikroskop, případně binokulární lupa. Jako vhodnější pro výběr mikrofosilií se jeví binokulární lupa, jelikož obraz není převrácený a navíc je prostorový. U světelného mikroskopu může trvat delší dobu adaptace na převrácený a „plochý“ obraz, ale pro výběr to není překážkou.

Světelná mikroskopie

Usušený přeplavený vzorek pozorujte ve světelném mikroskopu pod dopadajícím světlem při zvětšení 20 – 60 x. Dopadající světlo zajistíte nasvícením svrchu libovolnou lampičkou. Aby byl vzorek dobře viditelný, je nutné umístit pod misku tmavé pozadí. Následně vyberte jednotlivé mikrofosilie do předem připravené Petriho misky, a to pomocí tenké jehly, štětečku, pinzety, apod. Pro ukládání mikrofosilií si můžete vyrobit variaci na Frankeho komůrku (viz. obr. 15).

TIP: Výběru pomáhá elektrostatická elektřina, pokud se tedy jednotlivé fosilie nedaří vybrat, přetřete si jehlu / pinzetu apod. o oblečení a zkuste proces znovu.

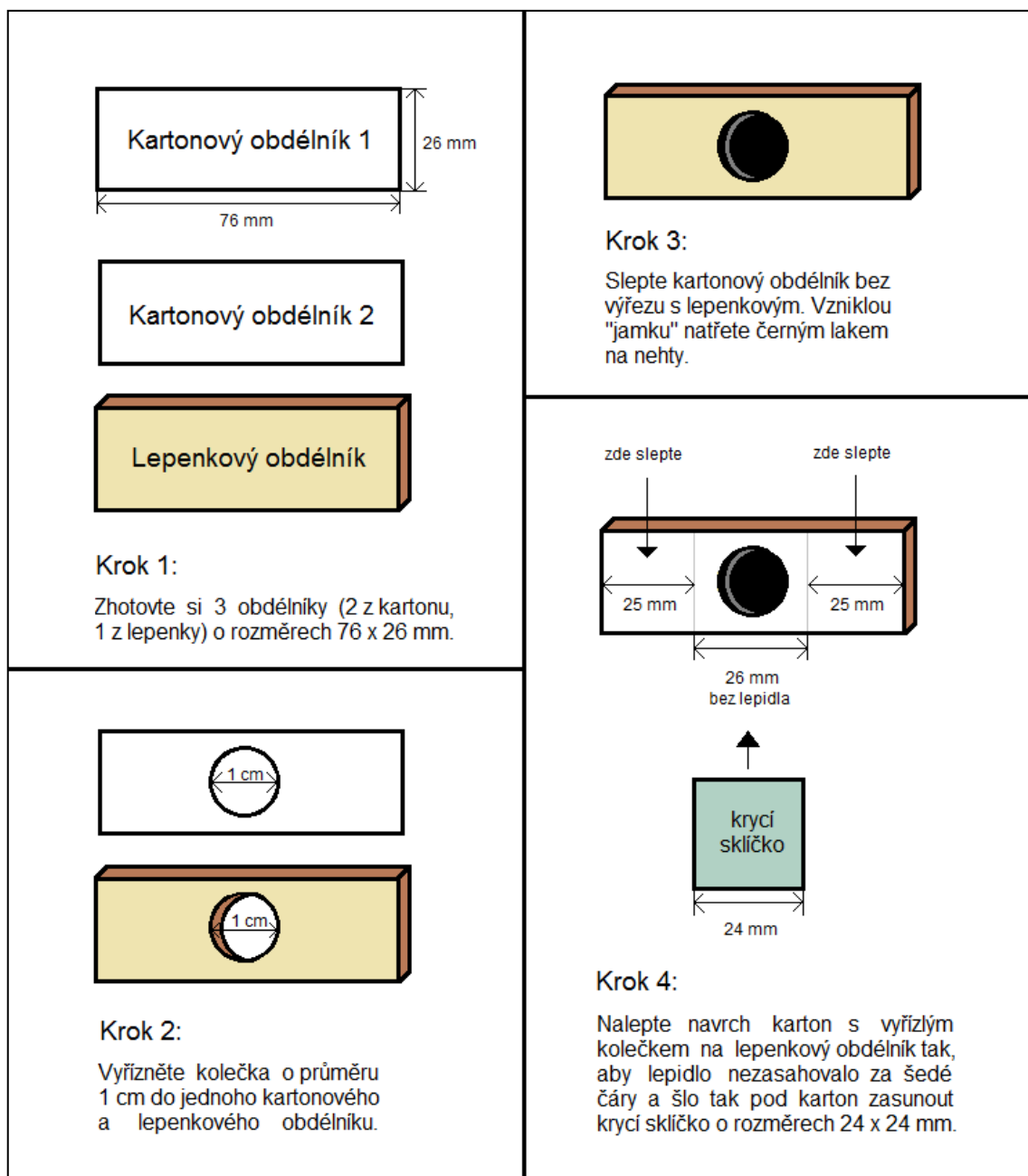
Pokud máte k dispozici binokulární lupu, odpadá Vám starost s dopadajícím světlem. Postup výběru mikrofosilií je však stejný jako u světelného mikroskopu. Na fotografii níže je zobrazen vzorek po přeplavení a usušení. Stále jsou v něm viditelná písková zrna, úlomky hornin a jiné nečistoty, které je třeba odlišit od mikrofosilií. Pro bližší určení druhů můžete použít skripta (Pokorný, 1954).



Obr. 12 Přeplavený usušený vzorek, foto: P. Kraft

Výroba Frankeho komůrky

Frankeho komůrka je pro výběr a uložení mikrofosilií nejvhodnější, avšak pro školní potřeby je zbytečně finančně nákladná a objednává se po 1 000 kusech, což je neupotřebitelné. Na druhou stranu se dá velmi snadno připravit její variace, která bude vhodná pro školní potřeby. Níže je vyobrazen postup výroby Frankeho komůrky, pro niž potřebujete pouze karton, lepenku, pravítko, skalpel, nůžky, kvalitní černý lak na nehty a krycí sklíčko, případně průhlednou plastovou folii.



Obr. 13 Postup výroby Frankeho komůrky pro pozorování, vytvořila: V. Minaříková

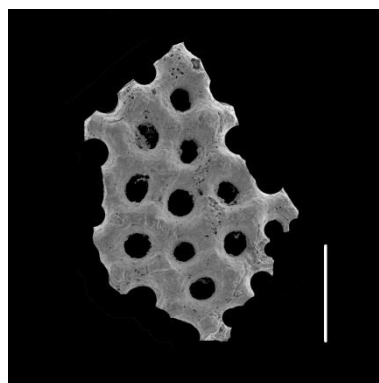
4.3 Nalezené skupiny

V následující kapitole jsou popsány jednotlivé nalezené skupiny mikrofosilií ve vzorku z vrtu Lomnice u Tišnova. U každé skupiny je uvedena stručná charakteristika, dále je konkrétněji popsán vzhled ve výplavu, a je upřesněno, zda se našel celý organismus, či se jedná o úlomek, kůstku apod. Zároveň je vždy přiložena fotografie z řádkovacího elektronového mikroskopu pro větší názornost, přičemž měřítko odpovídá 100 μm .

Nalezené mikrofosilie se dají zařadit do těchto skupin: Bryozoa (Mechovky), Echinodermata (Ostnokožci), Foraminifera (Dírkonošci), Mollusca (Měkkýši), Ostracoda (Skořepatci), Osteichthyes (Ryby) a Porifera (Houbovci). Všechny zástupce nalezneme v mořském ekosystému. Ryby reprezentují nekton, což jsou organismy aktivně se pohybující ve vodním prostředí. Všechny ostatní skupiny lze zařadit mezi bentos, neboli organismy žijící při dně moří a oceánů.

4.3.1 Bryozoa (Mechovky)

Bryozoa neboli mechovky jsou převážně mořské organismy vytvářející kolonie (zoecia). Tělo jedince se nazývá zooid a tvoří ho kalich spolu s věncem obrvených chapadel. Mechovky jsou známé od kambria, jejich vápnité schránky často vytvářely útesy (Petránek et. al, 2016). Ve vzorku jsem našla dva úlomky kalichu mechovek.



Obr. 14 Úlomek mechovky, foto: V. Minaříková

4.3.2 Echinodermata (Ostnokožci)

Ostnokožci jsou mořští živočichové s pětičetnou souměrností. Jejich výskyt je datován již od prvohor. V přeplaveném vzorku se dají nalézt jehlice ježovek, jež vypadají jako tenké, občas zahnuté tyčinky s lesklým podélným páskováním a mají mohutnější konec (místo uchycení jehlice v chrupavkovité kostře ježovky). Z nalezených zástupců jsou Echinodermata největšími mikrofosiliemi v daném vzorku (velikost až 600 μm).

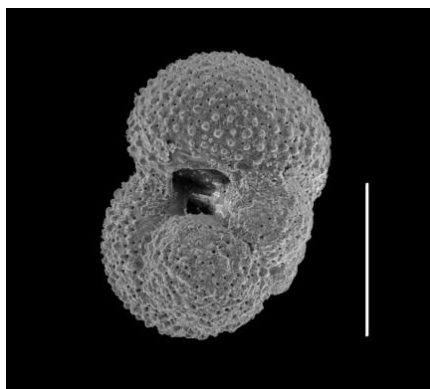


Obr. 15 Jehlice ježovky, foto: V. Minaříková

4.3.3 Foraminifera (Dírkonošci)

Další skupinou, kterou zde můžeme najít, jsou Foraminifery (Dírkonošci), nejhojnější zástupci organismů ve vzorku. Mohou být buď bentičtí, nebo planktonní, evolučně jsou velice úspěšní – vyskytují se již od kambria (Košťák, 2004). Díky jejich hojnosti, snadné určitelnosti a kosmopolitnímu rozšíření se často využívají jako biostratigrafický indikátor - např. celosvětově platné zónování křídly a terciéru (Košťák, Mazuch, 2011).

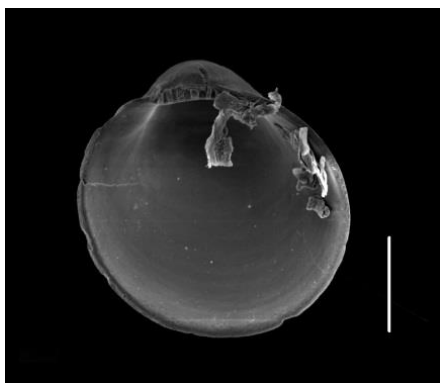
Ve vzorku jsem našla celkem 20 různých druhů Dírkonošců s rozmanitými typy schránek, ve kterých lze najít otvory v podobě pórů a ústí. Ve výplavu jsem našla bentičké (např. *Sphaeroidina* sp.) i planktonní zástupce (např. *Globorotalia* sp.).



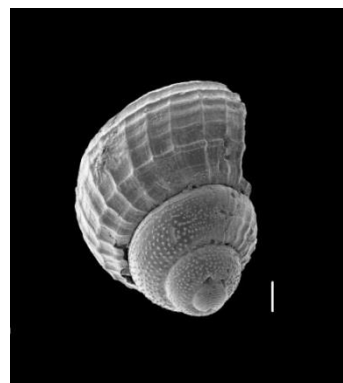
Obr. 16 Globigerina sp. (foto: V. Minaříková)

4.3.4 Mollusca (Měkkýši)

Mollusca neboli Měkkýši jsou zastoupeni třemi druhy (dva plži a jeden mlž). Jedná se o bezobratlé živočichy, kteří jsou známí již od kambria (Petránek et. al., 2016). Pro žáky to bude jedna z nejlépe rozpoznatelných skupin, vypadají totiž jako recentní druhy, jen hodně zmenšeně. U mlže je vidět vnitřní strana lastury, plži jsou 2 různé druhy.



Obr. 17 Mlž, foto: V. Minaříková



Obr. 18 Plž, foto: V. Minaříková

4.3.5 Osteichthyes (Ryby)

Z Osteichthyes neboli Ryb zde máme úlomky rybích šupin, kůstek a především otolit, což je ušní kůstka. Kůstky jsou dobře odlišitelné od ostatních mikrofosilií, jelikož mají hnědou barvu. Úlomků kůstek bylo nalezeno celkem 13, dále pak 3 úlomky rybích šupin a jeden otolit.



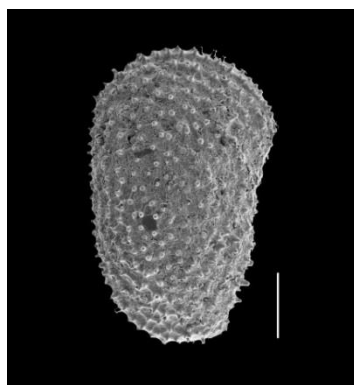
Obr. 20 Otolit, foto: V. Minaříková



Obr. 19 Úlomek kůstky ryby, foto: V. Minaříková

4.3.6 Ostracoda (Skořepatci, Lasturnatky)

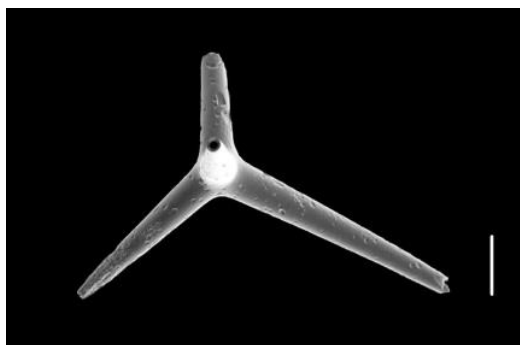
Skořepatci jsou drobní organismy obývající mořské, brakické i sladkovodní prostředí. Mají dvoudílnou plochou schránku, která je buď hladká, či opatřena výčnělky. Vyskytují se od spodního kambria až dodnes a jsou důležitým biostratigrafickým indikátorem pro sladkovodních prostředí (Petránek et. al., 2016). Ve výplavu jsem našla celkem čtyři druhy, z toho jeden byl pouze úlomek a jedna část schránky byla otočena vnitřní stranou.



Obr. 21 Schránka skořepatce, foto: V. Minaříková

4.3.7 Porifera (Houbovci)

Porifera neboli Houbovci či živočišné houby jsou poslední skupinou nalezenou v přeplaveném vzorku. Mají vakovité tělo různých tvarů, které je chráněno jehlicemi (spongiemi). Vyskytují se již od prvohor, často žijí v koloniích a obývají pevninské svahy oceánů a moří i sladké vody. Ve výplavu jsem našla pouze jednu jehlici živočišné houby, kde je vidět osní kanálek.



Obr. 22 Jehlice Porifera, foto: V. Minaříková

4.3.8 Fototabule

V příloze č. 1 a 2 jsou sestavené fototabule ze snímků z řádkovacího elektronového mikroskopu. Jedná se o fotografie jednotlivých mikrofosilií nalezených ve vzorku. Zároveň je ke každé fototabuli přiložena tabulka, v níž jsou jednotliví zástupci zařazeni do skupiny a určeni do rodu, případně druhu. Mikrofosilie byly vybrány tak, aby byl poskytnut náhled na co nejrozumnější skupinu.

4.4 Zařazení do systému

Na většině gymnázií se stále používá „starý“ neboli tradiční systém, který třídí organismy pouze dle morfologické podobnosti jednotlivých skupin. Nejvyšší jednotkou v tomto systému je „říše“, přičemž rozlišujeme říši Protista (Prvoci), Fungi (Houby), Animalia (Živočichové) a Plantae (Rostliny). Tento systém byl ale s nástupem moderní technologie a molekulárního datování nahrazen „novým“, a nyní je tvořen na základě genomové analýzy organismů. V „novém“ systému je kladen důraz na monofyletické taxony, což odpovídá klasifikaci dle přímé příbuznosti jednotlivých skupin. Mezi nejznámější autory nových systémů patří Adl. et. al. (2012) a Cavalier-Smith (1998), který neustále vydává nové aktualizace (2004, 2010, 2013, 2015, 2016).

Níže je „staronový“ systém organismů vyňatý z Nového přehledu biologie od Rosypala (2003), který je založen na systému pěti říší Cavalier-Smitha (1998). Tento systém zakládá na fylogenetické analýze pouze jednobuněčné organismy a kromě říší Protista a Chromista zachovává stávající říše Animalia, Fungi a Plantae.

„Nový“ systém dle Adl. et. al. (2012) rozděluje eukaryota do pěti superskupin, neboli domén, a to: SAR, Archaeplastida, Excavata, Amoebozoa a Opisthokonta. Skupina SAR, jež zahrnuje Stramenopiles a Alveolata, vznikla nově roku 2012 a nahrazuje tak skupinu Chromista, jelikož se ukázalo, že skupina není monofyletická.

Přehledné informace o novém systému zpracoval Macháček (2015), kde jsou zároveň přiloženy materiály, jako jsou přípravy k vyučovacím hodinám pro biologickou systematiku a nový systém eukaryot, a studijní text pro učitele a žáky.

„Starý“ systém

Rozdělení dle Rosypala (2003; převzato dle Cavalier-Smith, 1998):

- doména: EUKARYA
 - říše: Prvoci (Protozoa)
 - kmen: Kořenonožci (Rhizopoda)
 - říše: Živočichové (Animalia)
 - kmen: Houby (Porifera)
 - kmen: Měkkýši (Mollusca)
 - kmen: Členovci (Arthropoda)
 - kmen: Mechovky (Bryozoa, Ectoprocta)
 - kmen: Ostnokožci (Echinodermata)
 - kmen: Strunatci (Chordata)

„Nový“ systém

Rozdělení dle Adl et al. (2012):

- doména: SAR
 - Foraminifera (Dírkonosci)
- doména: OPISTHOKONTA
 - Metazoa (Živočichové)
 - Porifera (Houbovci, živočišné houby)
 - Animalia (praví mnohobuněční živočichové)



Obr. 23 Fylogenetický strom eukaryot dle Adl et. al. 2012, upravil V. Hampel

5 DISKUZE

V poslední době upadá zájem o přírodovědně a technicky zaměřené obory (Výzkumná zpráva MŠMT, 2008), proto je snaha tyto obory žákům základních a středních škol zatraktivnit, aby se rozhodly pro jejich další studium. Jedním se směrů, které se využívají, je badatelsky orientované vyučování, jehož hlavními myšlenkami jsou podpořit myšlení a zájem žáků pomocí aktivizačních metod výuky (Dostál, 2013).

Rozhodla jsem se připravit podklady pro laboratorní cvičení s prvky badatelsky orientovaného vyučování, geologicko-biologicko-ekologicky zaměřené. Profesionálními metodami jsem zpracovala vzorek miocenních vápnatých jíílů, a připravila příručku pro učitele, ve které je popsán postup vyhledání lokality, odběru vzorku, modifikovaná příprava a možnosti pozorování ve školním prostředí. Cílem bylo začlenit téma mořský svět do výuky, což se podařilo v rámci začlenění do Rámcových vzdělávacích programů a do různých typů učebnic.

Tento typ laboratorního cvičení zatím není běžně uplatňovaný, proto není zjištěná přesná přínosnost, na druhou stranu je cílem cvičení zhodnotit v rámci diplomové práce.

6 ZÁVĚR

V bakalářské práci byla připravena koncepce laboratorního cvičení s prvky badatelsky orientovaného vyučování. Profesionálními mikroskopickými metodami jsem zpracovala vzorek neogenního jílu s mikrofosiliemi z vrtu pocházejícího nedaleko Lomnice u Tišnova. Tyto metody byly vhodně modifikovány pro realizaci praktického cvičení ve školách a učitelům byl poskytnut návod od vyhledání vhodného vzorku, přes odběr, zpracování a následně pozorování. Jednotlivé nalezené skupiny byly stručně charakterizovány a ke každé byly přiloženy fotografie z řádkovacího elektronového mikroskopu pro větší názornost.

Jelikož je téma mořský mikrosvět mezioborové, pro větší přehlednost bylo zařazeno i do Rámcových vzdělávacích programů a do vybraného vzorku učebnic biologie (přírodopisu), geologie a ekologie.

Cvičení by mělo být testováno ve výuce v rámci diplomové práce, kde bude ověřena i jeho efektivita v porovnání s jinými formami výuky (např. frontální výuka, žákovský referát).

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Články a publikace

ADL, Sina M., Alastair G. B. SIMPSON, Christopher E. LANE, Julius LUKEŠ, David BASS, Samuel S. BOWSER, Matthew W. BROWN, Fabien BURKI, Micah DUNTHORN, et al. The Revised Classification of Eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*. 2012, 59(5): 429-514. DOI: 10.1111/j.1550-7408.2012.00644.x. ISSN 10665234.

AMARAL, O. M., GARRISON, L., KLENTSCHY, M. (2002). Helping English Learners Increase Achievement Through Inquiry-Based Science Instruction. *Bilingual Research Journal*, 26, 2, 213–239.

and Technology. 21, 3, 370–383.

BREW, A. (2003). Teaching and Research: New relationships and their implications for inquiry-based teaching and learning in higher education. *Higher Education Research & Development*. 22, 1,3–18.

CAVALIER-SMITH, T. A revised six-kingdom system of life. *Biological Reviews*. 1998, 73(3), 203-266. DOI: 10.1111/j.1469-185X.1998.tb00030.x. ISSN 14647931.

CAVALIER-SMITH, T. Kingdom protozoa and its 18 phyla. *Microbiological reviews*, 1993, 57.4: 953-994.

CAVALIER-SMITH, T. Kingdoms Protozoa and Chromista and the eozoan root of the eukaryotic tree. *Biology Letters*. 2010, 6(3), 342-345. DOI: 10.1098/rsbl.2009.0948. ISSN 1744-9561.

CAVALIER-SMITH, T. Only six kingdoms of life. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2004, 271(1545), 1251-1262. DOI: 10.1098/rspb.2004.2705. ISSN 0962-8452.

CAVALIER-SMITH, Thomas a Josephine Margaret SCOBLE. Phylogeny of Heterokonta: *Incisomonas marina*, a uniciliate gliding opalozoan related to *Solenicola* (Nanomonadea), and evidence that Actinophryida evolved from raphidophytes. *European Journal of Protistology*. 2013, 49(3), 328-353. DOI: 10.1016/j.ejop.2012.09.002. ISSN 09324739.

CAVALIER-SMITH, Thomas, Ema E. CHAO a Rhodri LEWIS. 187-gene phylogeny of protozoan phylum Amoebozoa reveals a new class (Cutosea) of deep-branching, ultrastructurally unique, enveloped marine Lobosa and clarifies amoeba evolution. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2016, 99, 275-296. DOI: 10.1016/j.ympev.2016.03.023. ISSN 10557903.

CAVALIER-SMITH, Thomas, Ema E. CHAO a Rhodri LEWIS. Multiple origins of Heliozoa from flagellate ancestors: New cryptist subphylum Corbihelia, superclass Corbistoma, and monophyly of Haptista, Cryptista, Hacrobia and Chromista. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2015, 93, 331-362. DOI: 10.1016/j.ympev.2015.07.004. ISSN 10557903.

CAVALIER-SMITH, Thomas. Early evolution of eukaryote feeding modes, cell structural diversity, and classification of the protozoan phyla Loukozoa, Sulcozoa, and Choanozoa. *European Journal of Protistology*. 2013, 49(2), 115-178. DOI: 10.1016/j.ejop.2012.06.001. ISSN 09324739.

DOSTÁL, Jiří. Badatelsky orientovaná výuka jako trend soudobého vzdělávání. *E-Pedagogium*, 2013, 3: 81-93.

DOSTÁL, Jiří. INQUIRY-BASED INSTRUCTION AND TEACHER'S COMPETENCES FOR ITS REALIZATION. *Journal of Technology and Information*. 2015-6-1, 7(1), 7-34. DOI: 10.5507/jtie.2015.001. ISSN 1803537x.

Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory. (2008). Výzkumná zpráva. MŠMT. Dostupné na: <http://ipn.msmt.cz>.

EDELSON, D. C., GORDIN D. N. & PEA, R. D. (1999). Addressing the Challenges of Inquiry-Based Learning Through Technology and Curriculum Design. *Journal of the Learning Sciences*. 8, 3-4, 391-450.

Environment: Reconstructing Geological Events as Geologists. *Journal of Science Education*

Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies. Policy Report. (2006) OECD, Dostupné na: <http://www.oecd.org/science/sci-tech/36645825.pdf>.

HOLCOVÁ, Katarína. *Voda: vzdělávací modul geologie : výukový a metodický text : Přírodní vědy a matematika na středních školách v Praze: aktivně, aktuálně a s aplikacemi - projekt OPPA*. Vyd. 1. Praha: P3K, 2012, 51 s. ISBN 978-80-87186-87-9.

CHLUPÁČ, Ivo. *Geologická minulost České republiky*. Vyd. 2., opr. Praha: Academia, 2011, 436 s., xvi s. obr. příl. ISBN 9788020019615.

- JIRÁSKOVÁ, Kateřina. *Geologické učivo ve školních vzdělávacích programech gymnázií*. Praha, 2013. Bakalářská práce.
- KIRSCHNER, P. A., SWELLER, J. & CLARK, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*. 41, 2, 75–86.
- KOŠŤÁK, Martin a Martin MAZUCH. *Putování naším pravěkem*. Vyd. 1. Praha: Granit, c2011, 192 s. ISBN 9788072960781.
- KOŠŤÁK, Martin. *Dávný svět zkamenělin*. Vyd. 1. Praha: Granit, 2004, 288 s. ISBN 807296030x.
- LIN, L., HSU, Y. & YEH, Y. (2012). The Role of Computer Simulation in an Inquiry-Based Learning
- LORD, T., ORKWISZEWSKI, T. (2006). Moving From Didactic to Inquiry-Based Instruction In A Science Laboratory. *The American Biology Teacher*. 68, 6. 342–345.
- MACHÁČEK, Tomáš. Proměny vyšší systematiky eukaryot a její odraz ve středoškolské biologii. *Živa*. 2015,2015(1).
- MCCANN, Tom. *The geology of central Europe*. London: Geological Society, 2008, xiii,s. 749-1449, lxxxviii. ISBN 9781862392656.
- PAPÁČEK, Miroslav (ed.). *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování: (DiBi 2010) : sborník příspěvků semináře : 25. a 26. března 2010, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích*. České Budějovice: Pedagogická fakulta, 2010. ISBN 978-80-7394-210-6.
- PAPÁČEK, Miroslav. Badatelsky orientované přírodovědné vyučování cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa?. *Scientia in educatione*, 2013, 1.1.
- PARR, B. & EDWARDS, M. C. (2004). Inquiry-based Instruction in Secondary Agricultural Education: Problem-solving – an old friend revisited. *Journal of Agricultural Education*. 45, 4.
- PETRÁNEK, Jan, Jiří BŘEZINA, Eva BŘÍZOVÁ, Jan CHÁB, Jan LOUN a Přemysl ZELENKA. *Encyklopedie geologie*. Praha: Česká geologická služba, 2016. ISBN 978-80-7075-901-1.
- PETTY, Geoffrey. *Moderní vyučování*. Vyd. 4. Překlad Štěpán Kovařík. Praha: Portál, 2006, 380 s. ISBN 80-736-7172-7.

POKORNÝ, Vladimír. *Základy zoologické mikropaleontologie*. Nakl. Československé akademie věd, 1954.

PRŮCHA, Jan. *Pedagogický slovník*. 1.vyd. Praha: Portál, 1995, 292 s. ISBN 80-717-8029-4.

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, c2007, 100 s. ISBN 978-80-87000-11-3.

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání: RVP ZV. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. ISBN 80-866-6624-7.

SKALKOVÁ, Jarmila. *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. 2., rozš. a aktualiz. vyd., [V nakl. Grada] vyd. 1. Praha: Grada, 2007, 322 s. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-1821-7.

STUHLÍKOVÁ, I. (2010). O badatelsky orientovaném vyučování. In *Didaktika biologie v české republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi 2010*. České Budějovice: Jihočeská univerzita.

ŠKOLSTVÍ, MINISTERSTVO; MLÁDEŽE, A. TĚLOVÝCHOVY. *Národní program rozvoje vzdělávání v České republice Bílá kniha*. Praha: Tauris, 2001. ISBN 80-211-0372-8

VALIŠOVÁ, Alena, Hana KASÍKOVÁ a Miroslav BUREŠ. *Pedagogika pro učitele*. 2., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2011. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-3357-9.

ZIMÁK, Jiří. *Průvodce ke geologickým exkurzím: Morava - střední a jižní část*. 1. vyd. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1997, 130 s. ISBN 8070677643.

Učebnice

CÍLEK, Václav, Dobroslav MATĚJKA, Radek MIKULÁŠ A Václav ZIEGLER. *Přírodopis IV pro 9. ročník základní školy*. Praha: Scientia, 2000. ISBN 978-807-1832-041.

ČERNÍK, Vladimír, Zdeněk MARTINEC a Jan VÍTEK. *Přírodopis 4: mineralogie a geologie se základy ekologie pro žáky základní školy (9. ročník) a nižší ročníky víceletých gymnázií*. 2. vyd. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2004, 87 s. ISBN 80-723-5261-X.

ČERNÍK, Vladimír. *Přírodopis 9: geologie a ekologie pro základní školy*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2010, 103 s. ISBN 978-80-7235-496-2.

- JAKEŠ, Petr. *Geologie: učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií*. Praha: Nakladatelství České geografické společnosti, 1999, 64 s. Natura. ISBN 80-860-3430-5.
- JELÍNEK, Jan a Vladimír ZICHÁČEK. *Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část)*. 9. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2007. ISBN 978-80-7182-213-4.
- KANTOREK, Jan, Jaroslav JURČÁK a Jiří FRONĚK. *Přírodopis 8*. Olomouc: Prodos, 1999, 127 s. ISBN 80-723-0040-7.
- KOČÁREK, Eduard, Eduard KOČÁREK. *Přírodopis pro 9. ročník základní školy*. Úvaly: JINAN, 2001, 96 s. ISBN 80-864-9100-5.
- KVASNIČKOVÁ, Danuše. *Ekologický přírodopis 6: pro 6. ročník základní školy*. 4., upr. vyd. Praha: Fortuna, 2009, 128 s. ISBN 978-80-7373-056-7.
- KVASNIČKOVÁ, Danuše. *Ekologický přírodopis 9: pro 9. ročník základní školy*. 3., upr. vyd. Praha: Fortuna, 2009-. ISBN 978-80-7373-058-1.
- KVASNIČKOVÁ, Danuše. *Ekologický přírodopis pro 7. ročník základní školy*. 4., upr. vyd. Praha: Fortuna, 2009-, 2 sv. ISBN 978-80-7373-057-4.
- KVASNIČKOVÁ, Danuše. *Ekologický přírodopis pro 7. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. 3., upr. vyd. Praha: Fortuna, 2006-, 2 sv. ISBN 80-716-8984-X.
- MALENINSKÝ, Miroslav, Bohdan ŠKODA a Jaroslav SMRŽ. *Přírodopis pro 6. ročník: učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií : bakterie, řasy, houby, bezobratlí*. Praha: Nakladatelství České geografické společnosti, 2004, 104 s. ISBN 80-860-3456-9.
- MATYÁŠEK, Jiří a Zdeněk HRUBÝ. *Přírodopis*. 3. aktualizované vydání. Ilustrace Hana Berková. Brno: Nová škola, s.r.o., 2015. Duhová řada. ISBN 978-80-7289-741-4.
- PAPÁČEK, Miroslav, Vlasta MATĚNOVÁ, Josef MATĚNA A Tomáš SOLDÁN. *Zoologie*. 3., upr. vyd. Praha: Scientia, 2000. ISBN 978-807-1832-034.
- PELIKÁNOVÁ, Ivana, Věra ČABRADOVÁ, František HASCH, Jaroslav SEJPKA a Petra ŠIMONOVÁ. *Přírodopis 7: pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2015. ISBN 978-80-7489-038-3.
- PELIKÁNOVÁ, Ivana. *Přírodopis 6: pro základní školy a víceletá gymnázia : [nová generace]*. Plzeň: Fraus, 2014. ISBN 978-80-7489-009-3.

ROSYPAL, Stanislav. *Nový přehled biologie*. Praha: Scientia, 2003. ISBN 80-718-3268-5.

ŠVECOVÁ, Milada, Dobroslav MATĚJKA a Alena DUPALOVÁ. *Přírodopis 9 pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2008. ISBN 978-80-7238-587-4.

VANĚČKOVÁ, Ivana. *Přírodopis 8: pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2007. ISBN 80-723-8428-7.

ZAPLETAL, Jan. *Přírodopis 9*. Olomouc: Prodos, c2000, 95 s. ISBN 80-723-0069-5.

Internetové zdroje

http://images.slideplayer.cz/11/3174223/slides/slide_2.jpg

<http://knihy.abz.cz/prodej/biologie-pro-gymnazia-3>

<http://lokality.geology.cz/d.pl?item=3>

<http://neoluxor.cz/ucebnice/prirodopis-9roc-ucebnice-jinan--40072/>

<http://ucebnice.org/prirodopis/8>

<http://www.fema-salzgitter.de/image/titel-bild2.jpg>

<http://www.foraminifera.eu/>

<http://www.foraminifera.eu/microslides.html>

<http://www.fortuna.cz/shop/ekologicky-prirodopis-pro-6-rocnik-zs/1024/6b171d46.html>

<http://www.fortuna.cz/shop/ekologicky-prirodopis-pro-7-rocnik-zs-1-cast/1025/6b171d46.html>

<http://www.fortuna.cz/shop/ekologicky-prirodopis-pro-7-rocnik-zs-2-cast/1026/6b171d46.html>

<http://www.fortuna.cz/shop/ekologicky-prirodopis-pro-9-rocnik-zs/854/6b171d46.html>

<http://www.geologicke-mapy.cz/>

<http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>

<http://www.geology.cz/extranet/onas/odkazy-old/linkyochranazp-old/stezky>

<http://www.geology.cz/extranet/popularizace/naucne-stezky>

<http://www.geology.cz/narodnigeoparky>

<http://www.gweb.cz/clanky/clanek-26/>

<http://www.gweb.cz/geologicke-mapy/>

http://www.herber.kvalitne.cz/FG_CR/obrazky/geologie/GEOLOGIE.JPG

<http://www.levneucebnice.cz/p/geologie-ucebnice-pro-zs-a-nizsi-stupen-viceletych-gymnazii/>

<http://www.marinespecies.org/>

<http://www.ncgs.cz/katalog.php#prirodopis>

http://www.nns.cz/obchod/index.php?item=nab_det&sort_id=651

<http://www.ochranaprirody.cz/obecna-ochrana-prirody-a-krajiny/neziva-priroda/geologicke-stezky/>

<http://www.scientia.cz/biologie/4460-novy-prehled-biologie.html>

<http://www.scientia.cz/prirodopis/4523-prirodopis-iv-pro-9-rocnik-zs.html>

<http://www.scientia.cz/prirodovedne/4377-zoologie.html>

<http://www.spn.cz/stranky/katalog.php?viewsub=prirodopis>

<http://ziva.avcr.cz/files/ziva/promeny-vyssi-systematiky-eukaryot-a-jeji-odraz-ve.pdf>

<http://ziva.avcr.cz/files/ziva/promeny-vyssi-systematiky-eukaryot-a-jeji-odraz-ve-1.pdf>

<http://ziva.avcr.cz/files/ziva/promeny-vyssi-systematiky-eukaryot-a-jeji-odraz-ve-2.pdf>

<https://ucebnice.fraus.cz/catalog/cs/ucebnice-ii-stupen-prirodopis-prirodopis-9/p3627icu2spricu2sicu.html>

<https://ucebnice.fraus.cz/catalog/cs/ucebnice-ii-stupen-prirodopis-prirodopis-6-nova-generace/p5354icu2spricu2sicu.html>

<https://ucebnice.fraus.cz/catalog/cs/ucebnice-ii-stupen-prirodopis-prirodopis-7-nova-generace/p5385icu2spricu2sicu.html>

<https://ucebnice.fraus.cz/catalog/cs/ucebnice-ii-stupen-prirodopis-prirodopis-8/p3509icu2spricu2sicu.html>

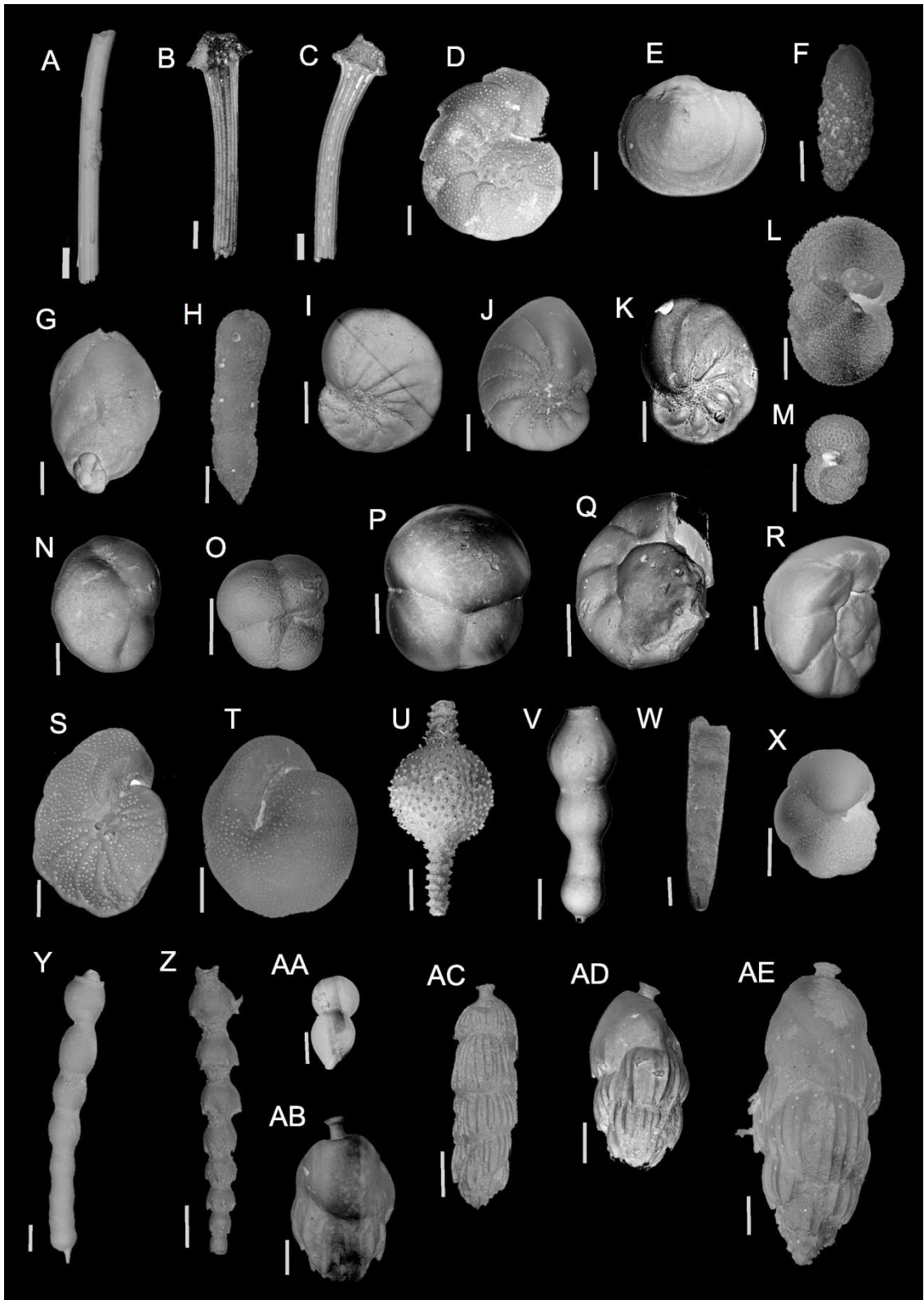
<https://www.natur.cuni.cz/geologie/paleontologie/sluzby/elektronova-mikroskopie>

8 PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Tabulka a Fototabule 1 (měřítko 100 µm)

Označení	Skupina	Druh / Typ
A – C	Echinodermata (Ostnokožci)	Jehlice ježovky
D, S	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Lobatula lobatula</i> (Walker & Jacob, 1798)
E	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Asterigerinata planorbis</i> (d'Orbigny, 1846)
F	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Bolivina</i> sp.
G	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Bulimina</i> sp. + malý <i>Cibicidoides</i> sp.
H	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Dentalina</i> sp.
I – K	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Nonion boueanua</i> (d'Orbigny, 1846)
L	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Globigerina bulloides</i> (d'Orbigny, 1826)
M	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Globigerina</i> sp.
N	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Globocassidulina</i> sp.
O	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Globorotalia</i> sp.
P	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Sphaerodinia</i> sp.
Q – R	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Gyroidina soldanii</i> (d'Orbigny, 1826)
T	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Melonis</i> sp.
U	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Nodosaria</i> sp. – 1 komůrka
V	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Nodosaria</i> sp.
W	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Plectofrondicularia floridiana</i> (Cushman, 1930)
X	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Globorotalia</i> sp.
Y – AA	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Stilostomella</i> sp.
AB - AE	Foraminifera (Dírkonošci)	<i>Uvigerina</i> sp.

Tab. 1 Určení druhů z fototabule 1

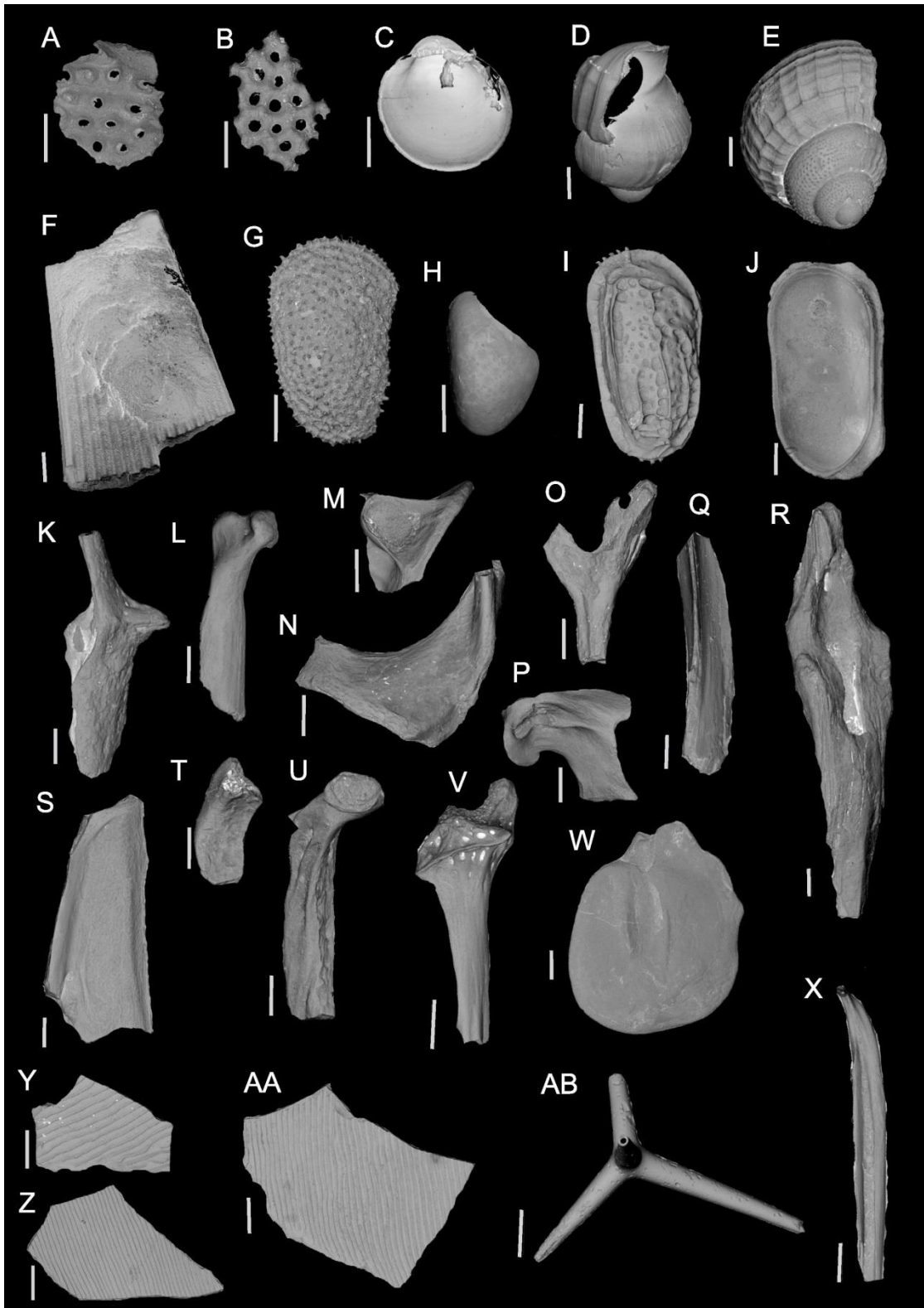


Obr. 24 fototabule 1

Příloha č. 2: Tabulka a Fototabule 2 (měřítko 100 µm)

Označení	Skupina	Druh / Typ
A – B	Bryozoa (Mechovky)	Bryozoa – úlomek
C	Mollusca (Měkkýši)	Bivalvia (Mlži)
D - E	Mollusca (Měkkýši)	Gastropoda (Plži)
F	Mollusca (Měkkýši)	Bivalvia (Mlži) - úlomek
G	Ostracoda (Lasturnatky)	<i>Acanthocythereis dunelmensis</i> (Norman, 1865)
H	Ostracoda (Lasturnatky)	<i>Agrilloeica toyameansis</i> - úlomek
I	Ostracoda (Lasturnatky)	<i>Cornucoquimba alata</i> (Tabuki, 1986)
J	Ostracoda (Lasturnatky)	<i>Krithe</i> sp. – vnitřní strana
K – V, X	Osteichthyes (Ryby)	Kůstka ryb
W	Osteichthyes (Ryby)	Otolit (ušní kůstka)
Y - AA	Osteichthyes (Ryby)	Rybí šupiny
AB	Porifera (Houbovci)	Jehlice

Tab. 2 určení druhů z fototabule 2



Obr. 25 Fototabule 2

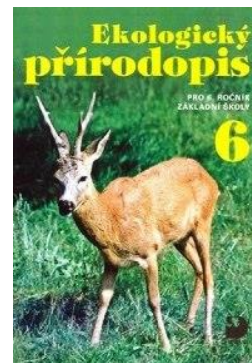
6. ročník

Autor: D. Kvasničková

Název: Ekologický přírodopis 6

Nakladatelství: Fortuna, 2009

- Prvoci
 - Laboratorní práce
- Živočichové rybníka a jeho okolí
 - Měkkýši
 - Obratlovci
- Systematické zařazení probraných organismů



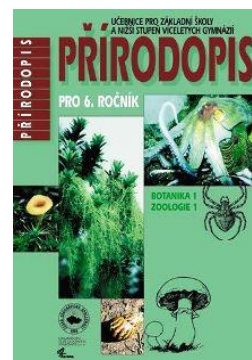
Obr. 26 Ekologický přírodopis 6

Autor: M. Maleninský et. al.

Název: Přírodopis pro 6. ročník

Nakladatelství: ČGS, 2004

- Zoologie I
 - Prvoci - svět malých živočichů
 - Plži – celý život na jedné noze
 - Mlži – jde to i bez hlavy
 - Mořští živočichové – hlavonožci a ostnokožci
 - Ekosystém
 - Mikroskop
 - Systém organismů



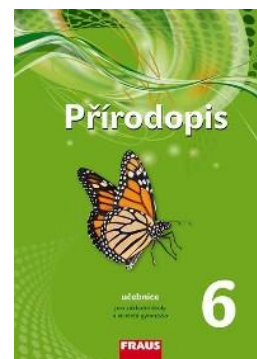
Obr. 27 Přírodopis pro 6. ročník

Autor: I. Pelikánová

Název: Přírodopis 6 – nová generace

Nakladatelství: Fraus, 2014

- Planeta Země a vznik života na Zemi
 - Vznik života na Zemi
- Život na Zemi
 - Vztahy mezi organismy
 - Jak zkoumáme přírodu. Mikroskop.
- Základní struktura života
 - Jednobuněčné a mnohobuněčné organismy
- Přehled organismů
 - Prvoci – jednobuněčné organismy
 - Měkkýši – živočichové s měkkým tělem
 - Plži
 - MIži
 - Ostnokožci – „mořské hvězdy, kalichy a okurky“
- Člověk a příroda
 - Společenstvo organismů
 - Ekosystém
- Laboratorní práce



Obr. 28 Přírodopis 6 – nová generace

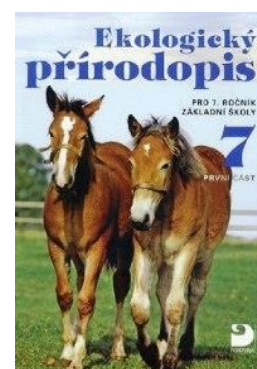
7. ročník

Autor: D. Kvasničková

Název: Ekologický přírodopis 7 – 1. část

Nakladatelství: Fortuna, 2009

- Lidská sídla
 - Organismy provázející člověka
 - Prvoci
 - Bezobratlí
 - Obratlovci
- Cizokrajné ekosystémy
 - Moře a oceány
- Třídění organismů



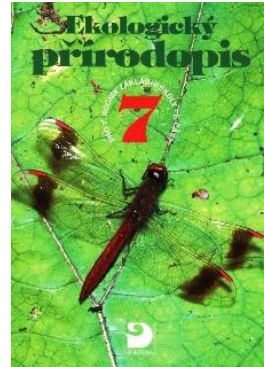
Obr. 29 Ekologický přírodopis 7 – 1. část

Autor: D. Kvasničková

Název: Ekologický přírodopis 7 – 2. část

Nakladatelství: Fortuna, 2006

- Jednobuněčné organismy
 - Prvoci
- Mnohobuněčné organismy
 - Bezobratlí živočichové
 - Měkkýši



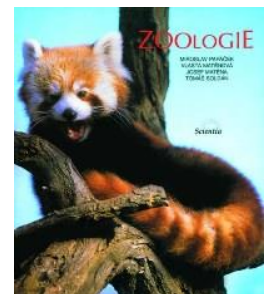
Obr. 30 Ekologický přírodopis 7 – 2. část

Autor: M. Papáček et. al.

Název: Zoologie

Nakladatelství: Scientia, 2000

- Systém a evoluce živočichů
- Výběrový přehled systému živočichů
 - Prvoci
 - Houby (Porifera)
 - Měkkýši
 - Ostnokožci
 - Strunatci
- Historický přehled vývoje živočišné říše
- Živočichové a prostředí
 - Ekosystémy
 - Rozšíření živočichů na Zemi



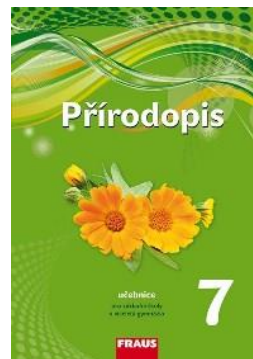
Obr. 31 Zoologie

Autor: I. Pelikánová et. al.

Název: Přírodopis 7 – nová generace

Nakladatelství: Fraus, 2015

- Zoologie I
 - Prvoci - svět malých živočichů
 - Plži – celý život na jedné noze
 - Mlži – jde to i bez hlavy
 - Mořští živočichové – hlavonožci a ostnokožci
 - Ekosystém
 - Mikroskop
 - Systém organismů



Obr. 32 Přírodopis - nová generace7

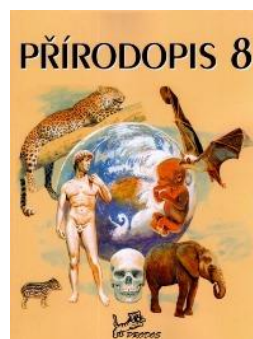
8. ročník

Autor: J. Kantorek et. al.

Název: Přírodopis 8

Nakladatelství: Prodos, 1999

- Biomy a jejich savci
 - Moře a oceány



Obr. 33 Přírodopis 8

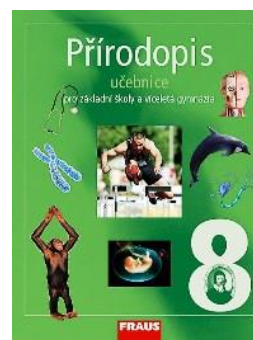
Autor: I. Vaněčková

Název: Přírodopis 8

Nakladatelství: Fraus, 2007

- Savci
 - Savci biomů světa

Poznámka: Ve školním roce 2016/2017 bude vydána učebnice Přírodopis 8 – nová generace, názvy kapitol se tak mohou mírně lišit.



Obr. 34 Přírodopis 8

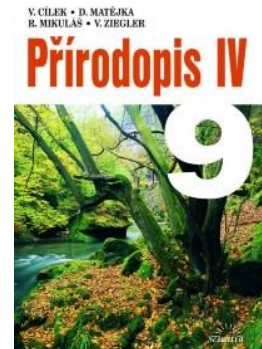
9. ročník

Autor: V. Cílek, D. Matějka, R. Mikuláš, V. Ziegler

Název: Přírodopis IV pro 9. ročník ZŠ

Nakladatelství: SPN, 2000

- Země náš domov
 - Jak vznikl svět
 - Stavba Země
 - Pohyb kontinentů
 - Usazené horniny
- Historie země
 - Vznik a vývoj života
 - Třetihory
 - Obrazový přehled vývoje Země
- Člověk mění a chrání svět
 - Jak člověk měnil svět
 - Půda jako zrcadlo krajiny
 - Blahodárná a nebezpečná voda



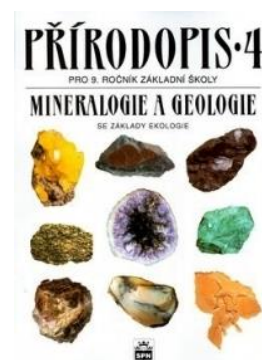
Obr. 35 Přírodopis IV pro 9. ročník

Autor: V. Černík et. al.

Název: Přírodopis 4 pro 9. ročník ZŠ

Nakladatelství: SPN, 2004

- Petrologie
 - Usazené horniny
- Geologické děje
 - Vnější geologické děje
- Geografický vývoj a stavba České republiky
 - Západní Karpaty
- Ekologie
 - Člověk a biosféra



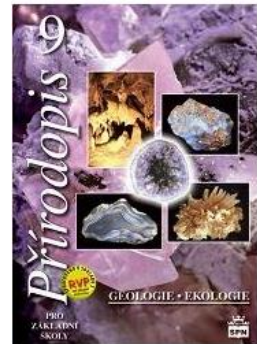
Obr. 36 Přírodopis 4 pro 9. Ročník ZŠ

Autor: V. Černík et. al.

Název: Přírodopis 9 pro ZŠ geologie a ekologie

Nakladatelství: SPN, 2010

- Petrologie
- Geologické děje vnější a vnitřní
- Geografický vývoj a stavba České republiky
- Ekologie



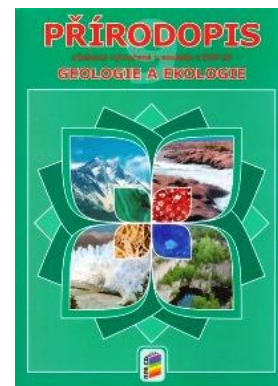
Obr. 37 Přírodopis 9 pro ZŠ geologie a ekologie

Autor: Z. Hrubý, J. Matyášek

Název: Přírodopis geologie a ekologie

Nakladatelství: Nová škola, 2015

- Úvod do studia geologie
 - Geologické vědy a využití geologie
- Horniny
 - Rozdělení hornin
 - Vnější geologické děje
 - Usazené (sedimentární) horniny – jíl, jílovec
- Dějiny Země
- Regionální geologie ČR
 - opakování
- Ekologie
 - Laboratorní práce



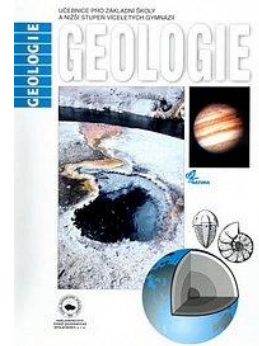
Obr. 38 Přírodopis geologie a ekologie

Autor: P. Jakeš

Název: Geologie - učebnice pro ZŠ a nižší stupeň víceletých gymnázií

Nakladatelství: NČGS, 1999

- Jak Země pracuje
- Petrografie
- Usazování
- Vznik Země
- Počátky historie
- Stratigrafická tabulka
- Vývoj života na Zemi
- Paleontologie
- Zdroje života
- Voda
- Geologie Čech, Moravy a Slezska



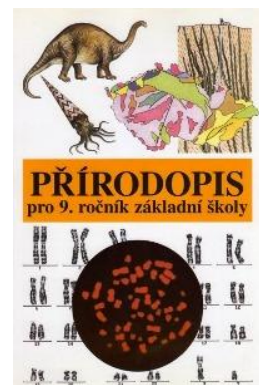
Obr. 39 Geologie

Autor: E. Kočárek, E. Kočárek

Název: Přírodopis pro 9. ročník základní školy

Nakladatelství: Jinan, 2001

- Země – naše planeta
 - Horniny – stavební látky zemské kůry
 - Země je živá planeta (geologické procesy)
 - Nejrozšířenější horniny zemského povrchu – sedimenty
 - Geologická aktivita organismů
 - Zkameněliny – svědkové života v minulosti Země
 - Novověk Země a života – třetihory, čtvrtohory
 - Geologické dějiny území naší republiky
 - Geolog studuje zemskou kůru (geologický výzkum)



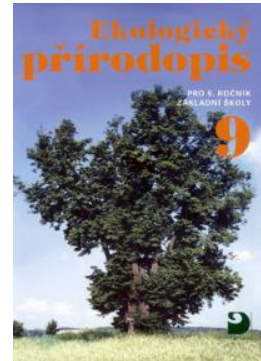
Obr. 40 Přírodopis pro 9. Ročník ZŠ

Autor: D. Kvasničková

Název: Ekologický přírodopis 9

Nakladatelství: Fortuna, 2009

- Vesmír – Země – podmínky života
 - Zemská kůra
 - Laboratorní práce
 - Horniny
 - Vnější geologické děje a vznik usazených hornin
- Vývoj Země, života a člověka
 - Od vzniku Země k nejstarším formám života
 - Třetihory
 - Vývojová teorie
 - Doklady vývojové teorie
 - Laboratorní práce
- Současná biosféra
 - Rozmanitost organismů
 - Organismy a prostředí
 - Rozmanitost ekosystémů
- Naše příroda
 - Rozmanitost geologického prostředí
 - Rozmanitost ekosystémů naší přírody
 - Laboratorní cvičení



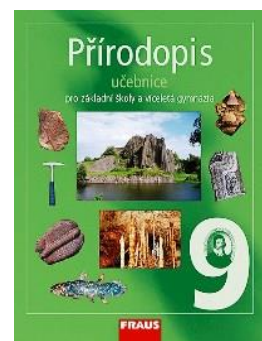
Obr. 41 Ekologický přírodopis 9

Autor: D. Matějka, M. Švecová

Název: Přírodopis 9

Nakladatelství: Fraus, 2007

- Geologie – věda o Zemi
 - Geologické vědy
 - Práce geologa v terénu
- Minerály a horniny
 - Co jsou to horniny?
- Vnější geologické děje
 - Usazené (sedimentární) horniny
- Modrá planeta
 - Voda na Zemi



Obr. 42 Přírodopis 9

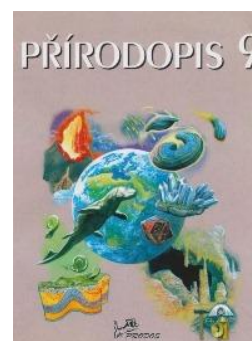
- Expedice do historie země
 - Historie Země v kostce
 - První organismy na Zemi
 - Od trilobita k člověku
- Geologická mapa ČR
 - Geologické základy české krajiny
 - Geologická mozaika Česka
- Praktická cvičení
 - Náměty pro pozorování neživé přírody

Autor: J. Zapletal et. al.

Název: Přírodopis 9

Nakladatelství: Prodos, 2000

- Horniny
 - Usazené horniny
 - Úlomkovité usazeniny – jíl, jílovec, jílovitá břidlice
- Utváření zemského povrchu
 - Vrásnění
 - Vnější geologické děje
 - Zvětrávání
 - Činnost moře
- Dějiny Země
 - Vznik života
 - Vývoj života
 - Geologická období
- Geologická stavba území České republiky
- Základy ekologie a ochrana životního prostředí
- Laboratorní práce



Obr. 43 Přírodopis 9

Přehledové učebnice

Autor: J. Jelínek, V. Zicháček

Název: Biologie pro gymnázia

Nakladatelství: Nakladatelství Olomouc, 2007

- Chromista a prvoci
 - Prvoci
- Biologie živočichů
 - Houbovci
 - Měkkýši
 - Ostnokožci
 - Ryby
- Praktická část
 - Chromista a prvoci
 - Pozorování prvoků
 - Coelomoví – nečláňkovaní
 - Pozorování měkkýšů



Obr. 44 Biologie pro gymnázia

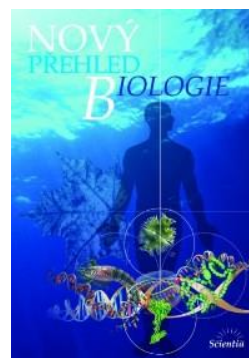
Poznámka: Jednotlivé kapitoly byly vyřaty z 9. vydání z roku 2007, v roce 2014 však vyšlo již 11. aktualizované vydání, které z důvodu špatné dostupnosti nebylo zanalyzováno. Jednotlivé názvy kapitol se tak tedy mohou mírně lišit.

Název: Nový přehled biologie

Autor: S. Rosypal et. al.

Nakladatelství: Scientia, 2003

- Eukarya
 - Prvoci
 - Chromista
 - Živočichové
 - Systém živočichů
- Organismy ve vztahu k prostředí
 - Struktura a vlastnosti ekosystémů
 - Biogeografie
 - Biodiverzita



Obr. 45 Nový přehled biologie