

OBSAH

Výzkumné stati

Jana Fančovičová, Milan Kubiátko Záujem žiakov nižšieho sekundárneho vzdelávania o biologické vedy	2
Vanda Janštová, Martin Jáč Výuka molekulárnej biológie na gymnáziách: analýza súčasného stavu a možnosti jej podpory	14
Lucie Müllerová Termín „evolúcie“ a jeho vymedzenie a použitie v českých a britských učebniciach prírodopisu a biológie	40
Zbyněk Vácha Didaktické využitie školských záhrad v Českej republike na primárnom stupni základných škôl	80

Přehledové studie

Libuše Samková, Alena Hošpesová, Filip Roubíček, Marie Tichá Badateľsky orientované vyučovanie matematiky	91
Lidia Turanová, Ivan Ružek Didaktika geológie na Slovensku – história, súčasný stav a perspektívy	123

Návrh na inováciu výuky

Ivana Slepáková, Katarína Kimáková Hodnotenie zručností v badateľsky orientovanej výučbe biológie	133
--	-----

Záujem žiakov nižšieho sekundárneho vzdelávania o biologické vedy

Jana Fančovičová, Milan Kubiátko

Abstrakt

Záujem žiakov o prírodovedné predmety celosvetovo klesá a žiaci ako dôvody nezáujmu uvádzajú náročnosť a nedôležitosť daných predmetov pre ich život a budúce povolanie. Cieľom výskumného šetrenia bolo zistiť, aká oblasť z prírodovedných predmetov žiakov zaujíma najviac, a tiež vplyv premenných ako sú gender a vek na záujem o biologické vedy (predpokladali sme, že žiaci prejavia najväčší záujem o biologické vedy). Výskumu sa zúčastnilo 389 žiakov nižšieho sekundárneho vzdelávania vo veku 10–15 rokov. Každý respondent mal na čistý hárok papiera uviesť ľubovoľný počet spontánnych otázok – mal napísať otázky, ktorých odpoveď ho zaujíma. Viac ako 91 % všetkých otázok predstavovali otázky z biológie a nie z fyziky alebo chémie. Väčší záujem o biológiu bol zistený u dievčat. Z oblasti biológie bolo najviac otázok položených v šiestom ročníku a najmenej v piatom ročníku, čo je pravdepodobne spôsobené obsahom kurikula. Tento jav je vysvetlený v záverečnej kapitole článku.

Kľúčová slova: biologické vedy, gender, spontánne otázky, žiaci nižšieho sekundárneho vzdelávania.

Lower Secondary School Pupils' Interest in Biological Sciences

Abstract

Pupils' interest in science subjects has been decreasing all around the world; the reasons lying in the perceived difficulty and unimportance of science subjects for pupils' future life and work. The aim of the research was to specify which field of science subjects is the most interesting for pupils and to find out the influence of variables such as gender and age on the interest in biological sciences (we supposed that pupils would be mostly interested in biology). The sample size was 389 lower secondary school pupils of age between 10 and 15. Each respondent was to write any number of spontaneous questions on a blank sheet of paper — they were to write questions whose answers were of interest to them. The highest number of questions was from biology (91 %), not from chemistry or physics. The girls were more interested in biology, the 6th graders wrote the highest number of questions and the lowest number of questions was written by the 5th graders. This situation is probably caused by curriculum; the reasons are explained in the conclusions.

Key words: biological sciences, gender, spontaneous questions, lower secondary school pupils.

Záujem o prírodovedné predmety je klesajúci nielen v lokálnom, ale aj vo svetovom meradle. Prečo tomu tak je, je otázkou a aj dôvodom výskumu mnohých odborníkov a záujemcov o danú oblasť. Z výsledkov ich prác je evidentné, že jedným z častých dôvodov nezájmu je absencia významu prírodovedných predmetov u žiakov základných škôl. Ak žiaci nevidia význam daného predmetu, tak o uvedený predmet nemajú ani záujem. Cieľom štúdie bolo zistiť, aká oblasť z prírodovedných predmetov žiakov zaujíma. Na základe zistených odpovedí žiakov je potom možné navrhnúť implikácie do pedagogickej praxe, ktoré môžu byť učiteľmi využité, a viesť k zvýšeniu záujmu o danú skupinu predmetov.

1 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ

Záujem hrá významnú úlohu v každodennom živote ľudí, ale tiež v ich profesionálnej oblasti. V rámci vzdelávacieho procesu ovplyvňuje samotný proces vyučovania, učenia a tiež aj výsledky žiakov (Krapp, 1999). Záujem ako pojem sa definuje ako vzťah osoby k určitej situácii, objektu či správaniu iných jedincov (Lewin, 1951; Nuttin, 1984). Záujem je charakterizovaný afektívnou a kognitívnou zložkou, pričom zväčša vyvoláva reakcie uberajúce sa pozitívnym smerom. V tomto prípade si však nemožno zamieňať pojem záujem s pojmom radosť (z anglického „enjoyment“). Záujem tiež zahŕňa schopnosť angažovať sa s pozorovaným vysokým úsilím do úloh, ktoré patria do záujmu jedinca (Rathunde, 1993). Definície pojmu záujem možno nájsť aj v lokálnych zdrojoch, keď Říčan (2010) chápe záujmy ako zvláštny druh motívov a definuje ich ako potrebu, ktorá sa uspokojuje vykonávaním určitej činnosti.

Záujem žiakov o prírodovedné predmety celosvetovo klesá (Ramsden, 1998), čo potvrdzujú nielen zahraničné, ale aj domáce výskumy. Prírodovedné predmety sú aj naďalej žiakmi považované za nezaujímavé a vzdialené od každodenného života. Na nezáujem žiakov základných škôl o prírodovedné predmety upozorňuje už v roku 1999 Veselský, pričom podobná situácia je aj v roku 2009 (Veselský & Hrubíšková, 2009). Rovnako Sláviková, Igaz & Adam (2012) poukazujú na neoblíbenosť a nezáujem žiakov o biológiu ako prírodovedný predmet. Klesajúci záujem o biológiu potvrdili i autori Prokop & Komorníková (2007), Prokop, Prokop & Tunncliffe (2007). K podobným zisteniam dospeli i autori Veselský (2010), Pavelková, Škaloudová & Hrabal (2010), zaoberajúci sa záujmom žiakov o chémiu ktorí potvrdili súvis nízkeho záujmu o predmet chémiu s jej náročnosťou a nedostatočným chápaním významu tohto predmetu v živote jednotlivca. Záujem o fyziku ako ďalší z prírodovedných predmetov je na nízkej úrovni (Dopita & Grecmanová, 2008; Mandíková, 2009). Mnoho výskumov týkajúcich sa postojov žiakov k prírodovedným predmetom poukazuje na fakt, že o biológiu majú žiaci najväčší záujem v porovnaní s inými prírodovednými predmetmi, ako fyzika a chémiu (Osborne, Simon & Collins, 2003). Podobne ako výskumné zistenia zo Slovenska a Čiech, tak aj v medzinárodnej štúdie uvádzajú nezáujem o prírodovedné predmety. Žiaci ako dôvody nezájmu uvádzajú náročnosť a nedôležitosť prírodovedných predmetov pre ich život a budúce povolanie. S narastajúcim vekom záujem o prírodovedné predmety u žiakov klesá, pričom väčší záujem o ne majú chlapci v porovnaní s dievčatami. Žiaci považujú prírodovedné predmety za zložité, nesúvisiace s praktickým životom (Ramsden, 1998). Najväčší pokles záujmu o prírodovedné predmety je počas prestupu žiakov zo základnej školy na strednú školu, preto by sa mala tomuto obdobiu venovať väčšia pozornosť (Skamp & Logan, 2005). Záujem žiakov o prírodovedné predmety klesá vo veku od deväť do štrnásť rokov (Murphy & Beggs, 2003).

Papanastasiou & Papanastasiou (2004) na základe údajov z výskumu TIMSS zisťovali vplyv faktorov ako socioekonomický status rodiny, budúca aspirácia respondentov, klíma v škole, spôsob vyučovania na postoje respondentov k prírodovedným predmetom. Zistili, že najsilnejší vplyv na utváranie postojov mal spôsob vyučovania, budúca aspirácia respondentov a klíma v škole. Respondenti, ktorí uviedli, že by sa v budúcnosti radi venovali práci, ktorá by súvisela s prírodovednými predmetmi, mali pozitívnejší postoj k prírodovedným predmetom ako študenti zaujímajúci sa o prácu mimo prírodovednej oblasti. V prípade, ak žiaci označili klímu v škole ako dobrú, tak aj ich postoje boli pozitívne. Jediný faktor, ktorý nepreukázal vplyv na postoje k prírodovedným predmetom, bol socioekonomický status. Autori skúmali relatívne málo preskúmané faktory, ktoré sú vo výskumných prácach iných autorov zriedkavým javom. Awan et al. (2011) analyzovali vo svojej štúdií niekoľko literárnych zdrojov, ktoré sa týkali vnímania prírodovedných predmetov. Výsledky z týchto prác dávali do širšieho kontextu, pričom niektoré z analyzovaných zdrojov vychádzali z výsledkov veľkých výskumných projektov, ako sú PISA, TIMSS či ROSE. Výsledky je možné zhrnúť nasledovne:

1. Žiaci z rozvojových krajín (Afrika, juhovýchodná Ázia) majú pozitívnejšie postoje k prírodovedným predmetom ako žiaci z rozvinutých krajín (Európa, Severná Amerika).
2. Žiaci mali celkovo pozitívny vzťah k prírodovedným predmetom.
3. Väčšina štúdií poskytuje len všeobecné informácie o postojoch študentov k prírodovedným predmetom. Menšina z nich sa snaží zistiť aj vplyv premenných na postoje, pričom najčastejšou premennou, ktorej vplyv sa zisťuje, je gender. Autori, zaoberajúci sa vplyvom pohlavia, uvádzajú, že neexistuje žiaden rozdiel medzi chlapcami a dievčatami, prípadne pozitívnejšie postoje majú chlapci.
4. Žiaci z východnej Ázie majú negatívnejšie postoje k prírodovedným predmetom ako žiaci z iných krajín.
5. Ak sa hodnotili jednotlivé predmety, tak najpozitívnejšie bol hodnotený prírodopis, v porovnaní s fyzikou a chémiou (zemepis nebol braný do úvahy).
6. Počet žiakov, pre ktorých sú prírodovedné predmety zaujímavé, postupne stúpa.
7. Dievčatá majú pozitívnejšie postoje k prírodopisu, chlapci k fyzike (autori chémiu neuvádzajú).

Celkovo o prírodovedné predmety prejavujú väčší záujem chlapci v porovnaní s dievčatami. Greenfield (1996) uvádza, že na konci prvého stupňa chlapci pozitívnejšie vnímajú prírodovedné predmety v porovnaní s dievčatami. Prechodom do druhého stupňa je situácia opačná, chlapci majú pozitívnejší postoj k prírodovedným predmetom v porovnaní s dievčatami. Na pozitívnejšie vnímanie prírodovedných predmetov chlapcami poukazujú aj Jones, Howe & Rua (2000). Vo svojom výskume sa tiež zaoberali činnosťami, ktoré radšej vykonávajú chlapci a ktoré dievčatá. Chlapci označili, že radi realizujú experimenty s takými predmetmi, ako sú napríklad batérie, prípadne s rôznymi chemickými látkami. Na rozdiel od dievčat, ktoré preferujú činnosti súvisiace so starostlivosťou o ľudské telo. Na základe uvedeného je možné sledovať, prečo chlapci preferujú fyziku a chémiu a dievčatá biológiu. Van Roten (2004) potvrdil častokrát zistený fakt, ktorý vypovedá o pozitívnejšom ponímaní prírodovedných predmetov chlapcami v porovnaní s dievčatami. Podľa autora sa za uvedenými výsledkami skrýva väčšia ochota chlapcov prijímať poznatky z prírodovedných disciplín. Mavrikaki et al. (2012) analyzovali relatívne často prezentovanú premennú, ktorou je navštevovaný ročník respondentov a ako uvádzajú,

väčší záujem o biológiu je u mladších respondentov v porovnaní so staršími. Mnoho výskumov potvrdzuje, že negatívne postoje žiakov k prírodovedným predmetom do veľkej miery súvisia s nedostatkom motivácie a prepojenia vedy s reálnym životom (Osborne, Simon & Collins, 2003).

Autori uvedených zistení vo svojich štúdiách použili ako výskumný nástroj na zisťovanie záujmu o prírodovedné predmety dotazníky, pričom sa zväčša jednalo o škálované dotazníky. Dotazníky obsahujú výroky zamerané na záujem respondentov o biológiu a jej jednotlivé oblasti ako zoológiu, botaniku, geológiu a biológiu človeka. V predloženom výskumnom šetrení bola však použitá metóda voľných slovných asociácií (projektívne techniky či brainwriting). Uvedená metóda je známa skôr pre psychologické disciplíny. Použitie metódy voľných slovných asociácií nebolo pri rešerši výskumných prác týkajúcich sa niektorého z prírodovedných predmetov zistené ako metóda výskumu. Voľné slovné asociácie umožňujú zisťovať nielen vedomosti, ale aj názory a postoje respondentov na určitý jav či pojem. Výskumný nástroj pozostáva z inštrukcie (znenia zadania úlohy) pre respondentov. Zadanie by malo byť čo najpresnejšie a pochopiteľné pre danú vekovú skupinu respondentov. Respondenti majú možnosť voľnej odpovede, čo im umožňuje vytvárať spontánne odpovede (Novák, 1989). Spontánne odpovede nie sú zamerané len na jednu z oblastí biológie, ale týkajú sa rôznych oblastí prírodovedných predmetov.

2 CIELE, VÝSKUMNÉ OTÁZKY A HYPOTÉZY

Hlavným cieľom výskumného šetrenia bolo zistiť, aká oblasť z prírodovedných predmetov žiakov najviac zaujíma a či existuje rozdiel medzi chlapcami a dievčatami. Vychádzajúc z teórie, predpokladali sme, že žiaci položia najviac otázok z biológie a že biológia ako predmet ich bude aj najviac zaujímať v porovnaní s chémiou a fyzikou, preto ďalšie ciele výskumného šetrenia smerovali práve k biológii ako vyučovaciemu predmetu. Zisťovali sme, či budú mať väčší záujem o biológiu dievčatá alebo chlapci, či sa líši záujem o biológiu s ohľadom na ročník a nakoniec, ktorá oblasť biológie zaujíma viac chlapcov a ktorá viac dievčatá.

Na základe stanovených cieľov boli stanovené výskumné otázky:

1. Ktorá oblasť z prírodovedných predmetov žiakov najviac zaujíma?
2. Líši sa záujem chlapcov a dievčat o jednotlivé oblasti prírodovedných predmetov?
3. Existuje rozdiel v záujme o biológiu medzi chlapcami a dievčatami?
4. Žiaci ktorého ročníka budú mať najväčší záujem o biologické témy?
5. Ktorá biologická disciplína bude zaujímať viac chlapcov a ktorá dievčatá?

Na základe stanovených výskumných otázok boli zo vzťahových výskumných otázok vytvorené hypotézy:

1. Žiaci budú mať väčší záujem o biológiu ako o iné prírodovedné predmety.
2. Chlapci budú mať väčší záujem o biológiu ako dievčatá, čo sa prejaví v počte naformulovaných spontánnych otázok.
3. Mladší žiaci budú mať väčší záujem o biologické témy ako starší žiaci, ktorých záujem bude nižší.
- 4a. Dievčatá bude zaujímať biológia človeka viac ako chlapcov.
- 4b. Chlapcov bude viacej zaujímať zoológia v porovnaní s dievčatami.

3 METODIKA

Výskumu sa zúčastnilo 389 žiakov nižšieho sekundárneho vzdelávania vo veku 10–15 rokov (priemerný vek bol 12 rokov) získaných náhodným výberom. Žiaci boli z troch základných škôl, pričom každá zo škôl nemala alternatívny plán výučby, ale vyučovací proces prebiehal klasickým spôsobom v 45minútových hodinách. V tabuľke 1 sú uvedené počty chlapcov a dievčat v jednotlivých ročníkoch.

Tab. 1: Počet chlapcov a dievčat v jednotlivých ročníkoch

5. ročník		6. ročník		7. ročník		8. ročník		9. ročník	
chlapci	dievčatá	chlapci	dievčatá	chlapci	dievčatá	chlapci	dievčatá	chlapci	dievčatá
9	10	0	18	10	8	10	8	14	12
24	31	21	33	11	20	11	13	10	17
8	12	1	9	10	5	9	12	8	7

Ako metóda boli použité voľné slovné asociácie, pričom každý respondent mal na čistý hárok papiera uviesť ľubovoľný počet spontánnych otázok – mal napísať otázky, ktorých odpoveď ho zaujíma. Respondenti na hárkoch uviedli školu, ktorú navštevujú, pohlavie a vek, zaujímali sme sa tiež, či čítajú vo voľnom čase literatúru, ktorá ich zaujíma, či využívajú počítač a internet buď doma alebo niekde inde. Respondentom bol poskytnutý čas zodpovedajúci dĺžke jednej vyučovacej hodiny. Administrácia otázok spočívala v ich zaznamenaní a následnom začlenení do príslušnej prírodovednej oblasti.

4 VÝSLEDKY

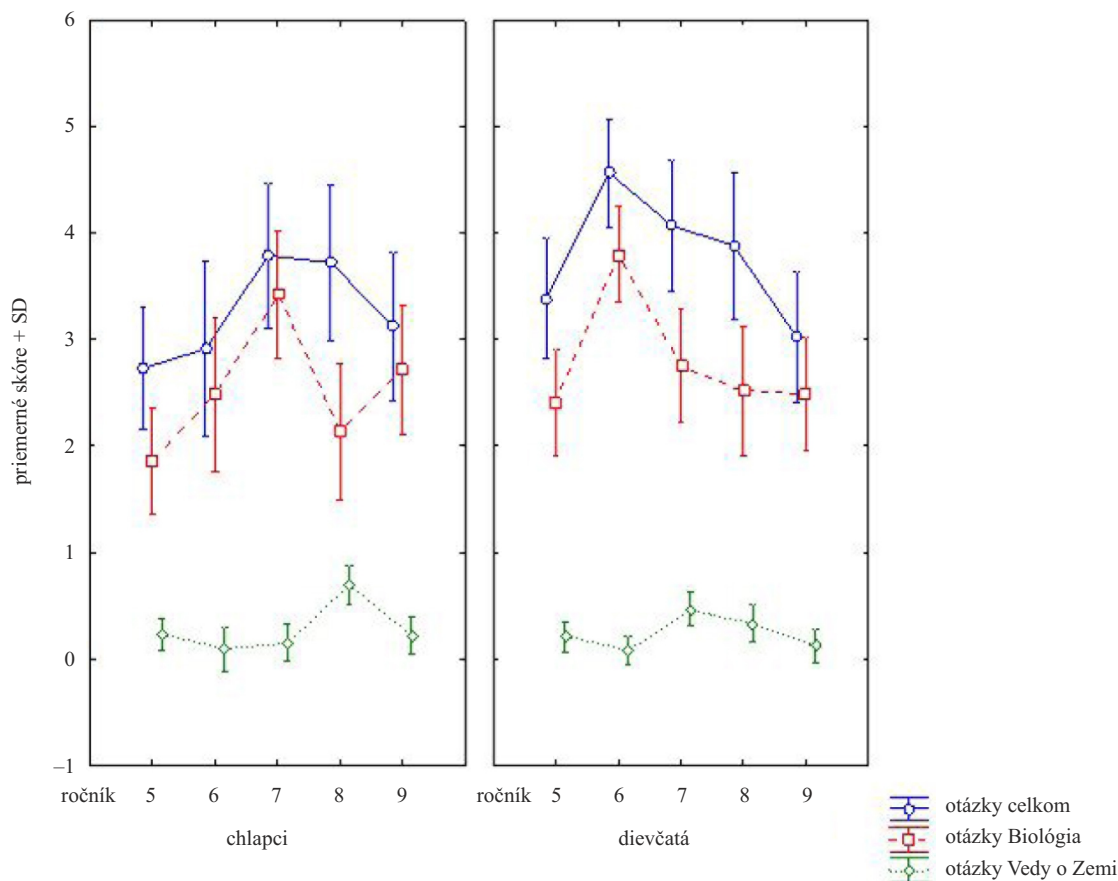
Celkovo bolo do analýz použitých 1 310 spontánnych otázok (priemerne 3–4 otázky na žiaka). Položené otázky sa týkali rôznych oblastí života. Na základe charakteru najčastejšie položených otázok boli vytvorené hlavné kategórie – oblasti záujmu: Biológia, Vedy o Zemi, Chémia, Technológie. Každá z uvedených kategórií bola rozdelená do subkategórií. Vzhľadom k tomu, že neboli zo strany žiakov uvedené žiadne otázky týkajúce sa fyziky, a len veľmi malé množstvo otázok z chémie a technológií, tieto kategórie sme ďalej nerozdeľovali do subkategórií. Pozornosť sme zamerali predovšetkým na kategóriu Biológia a Vedy o Zemi. Kategória Biológia bola rozdelená do nasledovných subkategórií: Fyziológia a anatómia človeka, Anatómia živočíchov, Genetika, Etológia, Mikrobiológia a virológia, Vyhynuté organizmy, Človek a zvieratá, Botanika, Medicína, Výživa, Evolúcia, Neurológia, Iné.

Kategória Vedy o Zemi bola rozdelená do nasledovných subkategórií: Geológia, Environmentalistika, Meteorológia, Koniec sveta, Astronómia.

Z kategórie „Biológia“ sa najviac otázok týkalo oblasti fyziológie a anatómie človeka (241 otázok), ďalej z oblasti anatómie živočíchov (181 otázok) a najmenej sa žiaci zaujímali o subkategóriu „Neurológia“, na ktorú žiaci položili spolu iba 19 otázok. Subkategórie „Mikrobiológia a virológia“ a „Botanika a mykológia“ mali takmer rovnaký počet položených otázok, ktorých bolo nad 60 z každej oblasti. Najčastejšie vyskytujúcimi sa otázkami z kategórie „Biológia“ boli napríklad otázky typu: „Koľko kostí má ľudské telo?“, „Ako vznikla vtáčia chrípka?“, „Ako vznikli baktérie?“, „Čo bolo skôr – vajce alebo sliepka?“, „Prečo pes šteká?“, „Ako vznikla vtáčia chrípka?“, „Prečo na jeseň opadávajú listy?“, „Prežil by človek, keby nastala doba ľadová?“.

Tab. 2: Hodnoty multivariátnej analýzy rozptylu

	Wilksovo lambda	F-hodnota MANOVy	p (hladina významnosti)
Gender	0,97	3,32	< 0,05
Ročník	0,86	4,83	< 0,001
Gender*Ročník	0,92	2,50	< 0,01



Graf 1: Priemerný počet otázok s ohľadom na gender a ročník

Najviac otázok z kategórie „Vedy o Zemi“ sa žiaci pýtali zo subkategórie „Geológia“ (30 otázok), po nej nasledovala „Astronómia“ (26 otázok) a najmenej otázok (4) z tejto kategórie bolo položených z oblasti „Koniec Sveta“. Z tejto kategórie je možné uviesť napríklad otázky: „Prečo sa vyrábajú autá, keď výfuky znečisťujú životné prostredie?“, „Prečo je v zime sneh?“, „Kedy nastane koniec sveta?“, „Je niekde koniec vesmíru?“

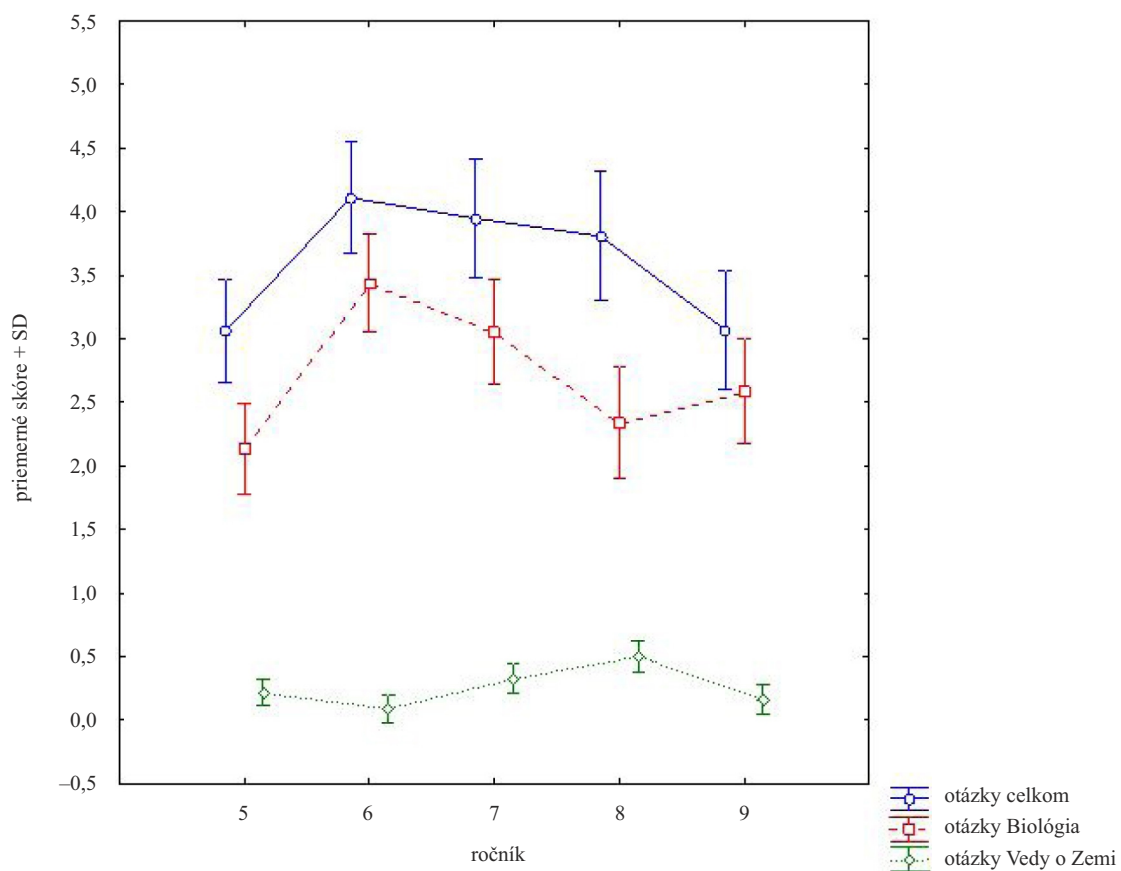
V ďalších analýzach sme zisťovali, ktoré faktory vplývajú na počet položených otázok. Zaujímalo nás, ktoré oblasti zaujímajú mladších a starších žiakov. Súčty spontánnych otázok boli definované ako závislé premenné. Pohlavie, vek, ročník, čítanie, prítomnosť počítača a internetu boli faktormi v multivariátnej analýze rozptylu. V tabuľke 2 sú uvedené hodnoty MANOVy, pričom sú uvedené len významné rozdiely. Preto sa v ďalšej časti výsledkov venuje pozornosť len genderu a ročníku.

Pohlavné rozdiely a ročník mali vplyv na počet položených spontánnych otázok. Zistili sme štatisticky významný rozdiel v počte položených otázok medzi chlapcami a dievčatami celkovo a tiež v oblasti biológia (graf 1). Celkovo najviac otázok položili dievčatá rovnako ako z oblasti biológia. Najviac otázok kládli dievčatá v šiestom roč-

níku, naopak najmenej otázok sa pýtali v deviatom ročníku. Chlapci položili najviac otázok v siedmom ročníku a najmenej v piatom ročníku. Z kategórie „Vedy o Zemi“ bol rozdiel v položených otázkach medzi chlapcami a dievčatami minimálny, pričom viac otázok položili z tejto oblasti chlapci, z čoho vyplýva, že chlapcov viac zaujímajú informácie o Zemi, astronómia, meteorológia apod. Pri vyhodnocovaní otázok z kategórie „Biológia“ boli zaznamenané pohlavné rozdiely v jednotlivých ročníkoch. Kým dievčatá kládli výrazne najviac otázok z kategórie „Biológia“ v šiestom ročníku, chlapci kládli najviac biologických otázok v siedmom ročníku. Najmenej otázok položili dievčatá aj chlapci zhodne v piatom ročníku.

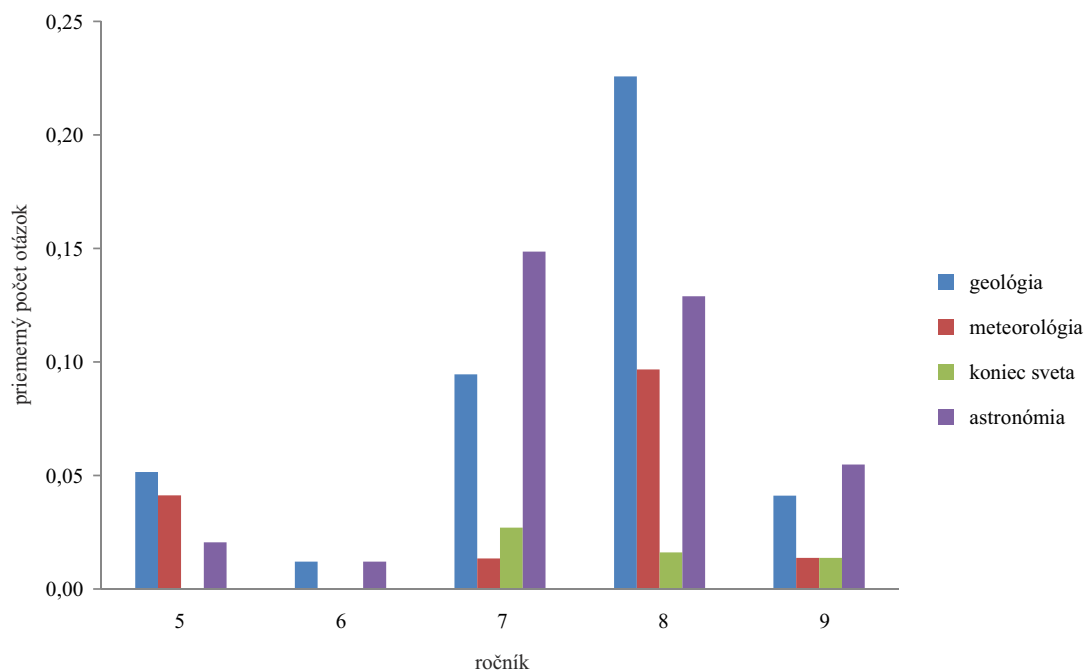
Celkovo bolo najviac spontánnych otázok položených v siedmom ročníku, v ďalších ročníkoch počet otázok postupne klesal. Z oblasti biológie bolo najviac otázok položených v šiestom ročníku (330), následne v siedmom (258), čo mohlo byť spôsobené obsahom učebného predmetu v daných ročníkoch. Obsah učiva v týchto ročníkoch je zameraný na biológiu človeka a jeho telo, zdravie, taktiež na stavbu tel živých organizmov, čo dokazuje aj najvyšší počet otázok položených z oblasti fyziológie a anatómie človeka (241 otázok). Najmenej otázok z biológie položili žiaci piateho ročníka, čo je zaujímavé, nakoľko práve žiaci piateho ročníka majú najpozitívnejšie postoje k predmetu biológia.

Z oblasti „Vedy o Zemi“ neboli v jednotlivých ročníkoch zistené až také veľké rozdiely v počte položených otázok, avšak najviac otázok z tejto kategórie bolo položených v ôsmom ročníku (33), čo bolo pravdepodobne spôsobené tým, že práve v ôsmom ročníku je vyučovanie zamerané na Zem, geologické procesy apod. Najmenej otázok z kategórie „Vedy o Zemi“ položili žiaci v šiestom ročníku. V ostatných ročníkoch boli rozdiely nepatrné (graf 2).



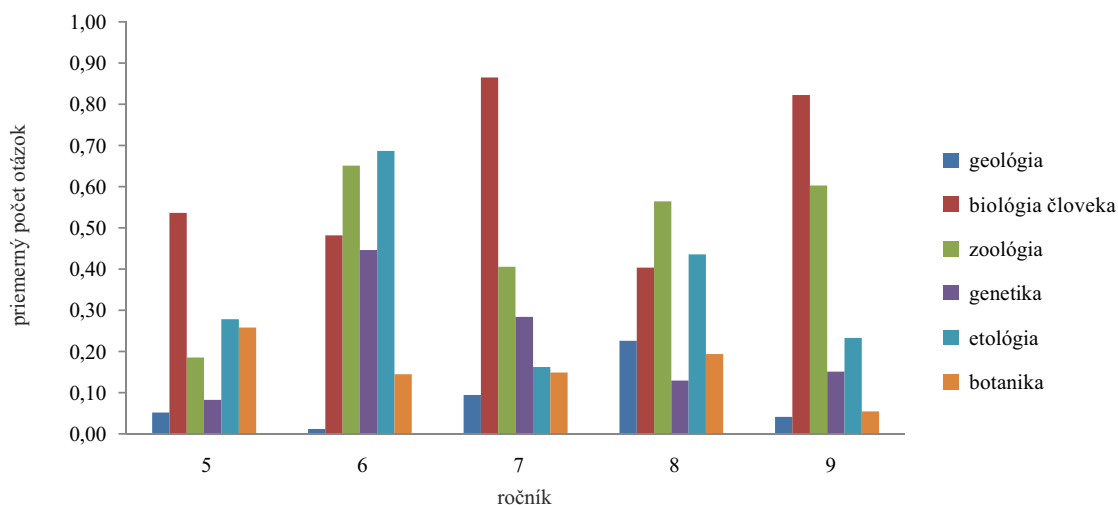
Graf 2: Priemerný počet otázok s ohľadom na ročník

Štatisticky významný rozdiel bol zistený medzi oblasťami „Vedy o Zemi“, a to v prospech geológie u ôsmakov ($p < 0,001$), taktiež v oblasti meteorológie u ôsmakov ($p < 0,05$) a astronómie u siedmakov ($p < 0,05$) (graf 3).



Graf 3: Priemerný počet otázok z geologických oblastí s ohľadom na ročník

Zistili sme vplyv ročníka v oblasti „Biológia“, kde bol potvrdený štatisticky významný rozdiel v počte položených otázok medzi jednotlivými ročníkmi ($p < 0,001$) vzhľadom na jednotlivé oblasti. Žiaci sa pýtali najmä otázky z oblasti „Biológia človeka“ a „Zoológia“. Kým o „Biologiu človeka“ prejavili najvyšší záujem žiaci v siedmom ročníku (64 otázok), na „Zoológiu“ sa pýtali žiaci najviac v šiestom ročníku (54 otázok). Naopak najnižší záujem o zoológiu prejavili žiaci v piatom ročníku (18 otázok) a o biológiu človeka v ôsmom ročníku (25 otázok). Z oblasti „Etológia“ sme zaznamenali výrazný nárast počtu otázok v šiestom ročníku v porovnaní s ostatnými ročníkmi, kde bol počet položených otázok nižší (graf 4).



Graf 4: Priemerný počet otázok z biologických oblastí s ohľadom na ročník

Žiaci sa zaujímalí nielen o oblasti, ktoré sa vyučujú, ale taktiež sa pýtali aj na otázky z iných odborov, ako je evolúcia, neurológia i medicína, ktorým sa až taká pozornosť na školách nevenuje. Štatisticky významný rozdiel vo vzťahu pohlavie*ročník bol zistený pri evolúcii ($p < 0,05$) a pri neurológií ($p < 0,05$). Chlapci položili najviac otázok zameraných na evolúciu v siedmom ročníku a mali najväčší záujem o oblasť evolúcie v šiestom ročníku a najmenej v ôsmom ročníku.

5 DISKUSIA A ZÁVER

Analýzou spontánnych otázok sme zisťovali, ktoré oblasti prírodovedných predmetov žiakov najviac zaujímalí. Prvou hypotézou sme sa snažili overiť, že žiaci budú mať väčší záujem o biológiu ako o iné prírodovedné oblasti, ktorá sa potvrdila. Viac ako 91 % všetkých otázok predstavovali otázky z biológie a nie z fyziky alebo chémie, čím sa potvrdilo, že o biológiu majú žiaci najväčší záujem. K rovnakým zisteniam dospeli aj autori z Izraela, pričom respondenti položili 49,6 % otázok z biológie (Baram-Tsabari & Yarden, 2005). Jedným z dôvodov, prečo je o biológiu väčší záujem v porovnaní s fyzikou a chémiou, môže byť súvislosť s obsahom daného predmetu. Ten môže byť pre žiakov zdanlivo zrozumiteľnejší a konkrétnejší, ako sú fyzika a chémia. V týchto dvoch predmetoch sa vo väčšej miere preberajú veci, ktoré sú mikroskopických rozmerov a pre žiakov sú príliš abstraktné, preto aj ťažko predstaviteľné. V bežnom živote sa žiaci, aspoň z ich pohľadu, stretávajú viac s javmi typickými pre biológiu, keď môžu pozorovať rastliny či živočíchy. Prípadne sledujú na sebe či na príbuzných rôzne fyziologické deje, ako je napríklad kýchanie, kašeľ, potenie atď. Preto bol pravdepodobne zistený výsledok, že počet otázok týkajúcich sa biológie výrazne prevyšoval otázky z chémie a fyziky.

V druhej hypotéze bolo predpokladané, že chlapci budú mať väčší záujem o prírodovedné predmety ako dievčatá, čo sa prejaví v počte naformulovaných spontánnych otázok. Daná hypotéza sa nepotvrdila, pretože väčší záujem o túto skupinu predmetov bol zistený práve u dievčat. Dôvodom môže byť zistenie, že väčšina otázok sa týkala biológie, na ktorú boli viac zvedavé dievčatá v porovnaní s chlapcami, a tento jav spôsobil, že celkový počet otázok bol položený práve dievčatami. Podobne vo výskume Baram-Tsabari & Yarden (2005) dievčatá položili celkovo 70 % biologických otázok a chlapci dominovali vo všetkých ostatných oblastiach okrem biológie. Ako zistili aj iní autori (napr. Awan et al., 2011), biológia je dievčatami hodnotená pozitívnejšie v porovnaní s chlapcami. To môže súvisieť s väčším záujmom o predmety, kde dochádza k stretávaniu sa s učebným materiálom súvisiacim so životom ako takým, čo je hodnotené pozitívnejšie viac dievčatami. Na rozdiel od chlapcov, ktorí viac preferujú vedomosti z predmetov, kde sa pracuje s technikou, experimentmi atď. Tento fakt môže byť dôvodom, prečo je práve biológia pozitívnejšie hodnotená dievčatami. V podobných intenciách sa vyjadrujú aj iní autori, ako napríklad Hola (2005) či Lee & Burkam (1996).

Tretia hypotéza verifikovala, že mladší žiaci budú mať väčší záujem o biológiu v porovnaní s dievčatami, táto hypotéza sa však nepotvrdila. Z oblasti biológie bolo najviac otázok položených v šiestom ročníku a následne v siedmom čo mohlo byť spôsobené obsahom učebného predmetu v daných ročníkoch. Obsah učiva v týchto ročníkoch je zameraný na biológiu človeka a jeho telo, zdravie, taktiež na stavbu tiel živých organizmov, čo dokazuje aj najvyšší počet otázok položených z oblasti fyziológie a anatómie človeka. Najmenej otázok z biológie položili žiaci piateho ročníka. Čo je zaujímavý jav, nakoľko práve žiaci piateho ročníka majú najpozitívnejší postoj

k predmetu biológia, ktorý bol dokázaný vo viacerých výskumných prácach (napr. Kubiátko, 2011; Vlčková & Kubiátko, 2014). Prečo bol tento jav zistený? Je možné sa len domnievať na základe toho, že postoj k biológii môže byť preto pozitívny, že pre žiakov je preberaný obsah na hodinách zaujímavý, resp. výklad učiteľa môže byť obohatený o prvky, ktoré už vo vyšších ročníkoch pozorované nie sú. Počet otázok bol pravdepodobne preto nižší, lebo žiaci majú ešte prebratého relatívne málo učiva, preto sa ich otázky viažu výsostne na tematické okruhy, ktoré boli náplňou vyučovacích hodín biológie. Okrem biológie sa žiaci zaujímali aj o iné oblasti. Vedy o Zemi boli druhou najfrekvencovanejšou oblasťou, ktorá žiakov zaujímala, ďalej nasledovala chémia a technológia. Vo väčšine výskumných prác, týkajúcich sa záujmu o biológiu či aj iné prírodovedné predmety, bolo zistené, že s postupujúcim vekom záujem žiakov klesá (Mavrikaki et al., 2012; Prokop, Tuncer & Chudá, 2007). Dôvodom odlišného zistenia v našom výskume v porovnaní s inými môže byť to, že autori iných výskumných štúdií použili ako techniku dotazník so škálovanými položkami, pričom v našom prípade sa jednalo o iný typ zisťovania záujmu (metóda voľných slovných asociácií), čo môže súvisieť s odlišnými zisteniami.

Ďalšou hypotézou sme sa snažili overiť, že dievčatá bude zaujímať biológia človeka viacej ako chlapcov a naopak chlapcov bude viacej zaujímať zoológia. Hypotéza však nebola potvrdená (potvrdená bola len jej prvá časť, druhá nie). Dievčatá síce mali väčší záujem o biológiu človeka v porovnaní s chlapcami, ale k podobným zisteniam sme dospeli aj v zoológii, teda väčší záujem o zoológiu mali dievčatá. Respondenti kládli najviac biologických otázok zameraných na biológiu človeka a až po nej nasledovala zoológia. K rozdielnym zisteniam dospeli aj Baram-Tsabari & Yarden (2005), kde sa žiaci viac zaujímali o zoológiu.

Z celkových zistení vyplýva, že i keď sú postoje žiakov nižšieho sekundárneho vzdelávania k predmetu biológia skôr neutrálne, napriek tomu sa žiaci najviac zaujímali o biológiu v porovnaní s inými prírodovednými oblasťami, ako je chémia a fyzika. Prostredníctvom spontánnych otázok sme zistili, že vedy o Zemi žiakov zaujímajú hneď po oblasti biológie. Žiakov zaujímala geológia, astronómia, environmentalistika a tiež meteorológia.

Učiteľ by mohol využiť práve spontánne otázky a tak zistiť, čo žiakov zaujíma, a v danom ročníku konkrétne tematické celky obohatiť o poznatky, na ktoré sa žiaci dopytovali, čo môže mať pozitívny vplyv na postoje žiakov k biológii. Učiteľ by mal žiakov motivovať a preberané učivo do istej miery prepájať s reálnym životom, pretože žiaci zaujímajú otázky, ktoré sú aplikovateľné v živote. Z biológie mali žiaci najväčší záujem o oblasť fyziológia a anatómia človeka a taktiež ich zaujímala zoológia. Medzi najčastejšie položené otázky patrili tie, v ktorých sa žiaci dopytovali na baktérie, zaujímali sa o vesmír, vyhynuté živočíchy apod. Učiteľ môže tieto otázky využiť na hodinách biológie, žiakom zadať vypracovanie projektov alebo semestrálnych prác, kde sa žiaci k odpovediam na otázky dopracujú sami.

PODĚKOVÁNÍ

Autori štúdie ďakujú oponentom za ich pripomienky, ktoré viedli k skvalitneniu a vyššej úrovni textu.

LITERATURA

Awan, R. U. N., Sarwar, M., Naz, A. & Noreen, G. (2011). Attitudes toward science among school students of different nations: a review study. *Journal of College Teaching & Learning*, 8(2), 43–50.

- Baram-Tsabari, A. & Yarden, A. (2005). Characterizing children's spontaneous interests in science and technology. *International Journal of Science Education*, 27(7), 803–826.
- Dopita, M. & Grecmanová, H. (2008). Středoškoláci a zájem o přírodní vědy. *e-Pedagogium*, 8(4), 31–46.
- Greenfield, T. A. (1996). Gender, ethnicity, science achievement and attitudes. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), 901–933.
- Hola, I. A. (2005). Uncovering gender differences in science achievement and attitudes towards science for Jordanian primary pupils. *Damascus University Journal*, 21(1), 19–53.
- Jones, M. G., Howe, A. & Rua, M. J. (2000). Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists. *Science Education*, 84(2), 180–192.
- Krapp, A. (1999). Interest, motivation and learning: An educational-psychological perspective. *European Journal of Psychology of Education*, 14(1), 23–40.
- Kubiátko, M. (2011). Bez prírodopisu to nejde alebo ako ho vnímajú žiaci základných škôl. *Studia Paedagogica*, 16(2), 75–88.
- Lee, V. E. & Burkam, D. T. (1996). Gender differences in middle grade science achievement: Subject domain, ability level, and course emphasis. *Science Education*, 80(6), 613–650.
- Lewin, K. (1951). *Field theory in social science*. New York: Harper & Row.
- Mandíková, D. (2009) Postoje žáků k přírodním vědám – výsledky výzkumu PISA 2006. *Pedagogika*, 59(4), 380–395.
- Mavrikaki, E., Koumparou, H., Kyriakoudi, M., Papacharalampous, I. & Trimandili, M. (2012). Greek secondary school students' views about biology. *International Journal of Environmental & Science Education*, 7(2), 217–232.
- Murphy, C. & Beggs, J. (2003). Children's attitudes towards school science. *School Science Review*, 84(308), 109–116.
- Novák, Z. (1989). Test volných slovných asociací jako test školních znalostí. *Pedagogika*, 39(4), 431–445.
- Nuttin, L. (1984). *Motivation, planning, and action*. Leuven: University Press.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1 049–1 079.
- Papanastasiou, C. & Papanastasiou, E. C. (2004). Major influences on attitudes toward science. *Educational Research and Evaluation*, 10(3), 239–257.
- Pavelková, I., Škaloudová, A. & Hrabal, V. (2010). Analýza vyučovacích předmětů na základě výpovědí žáků. *Pedagogika*, 55(1), 38–61.
- Prokop, P. & Komorníková, M. (2007). Postoje k přírodopisu u žiakov druhého stupňa základných škôl. *Pedagogika*, 57(1), 37–46.
- Prokop, P., Prokop, M. & Tunnicliffe, S. D. (2007). Is biology boring? Student attitudes toward biology. *Journal of Biological Education*, 42(1), 36–39.
- Prokop, P., Tuncer, G. & Chudá, J. (2007). Slovakian students' attitudes toward biology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4), 287–295.

- Ramsden, J. M. (1998). Mission impossible?: Can anything be done about attitudes to science? *International Journal of Science Education*, 20(2), 125–137.
- Rathunde, K. (1993). The experience of interest: A theoretical and empirical look at its role in adolescent talent development. In M. Maehr & P. Pintrich (Eds.), *Advances in motivation and achievement* (59–98). London: Jai Press Inc.
- Říčan, P. (2010). *Psychologie osobnosti: obor v pohybu*. Praha: Grada.
- Skamp, K. & Logan, M. (2005). Students' interest in science across the middle school years. *Teaching Science*, 51(4), 8–15.
- Sláviková, V., Igaz, C. & Adam, M. (2012). Postoje žiakov 8. ročníka ZŠ k predmetu Biológia 8. *Biológia – Ekológia – Chémia*, 16(2), 2–4.
- Van Roten, F. C. (2004) Gender differences in attitudes toward science in Switzerland. *Public Understanding of Science*, 13(2), 191–199.
- Veselský, M. (1999). Záujem žiakov o prírodovedné učebné predmety na základnej škole a hodnotenie ich dôležitosti – z pohľadu žiakov 1. ročníka gymnázia. In *Psychologica – Zborník Filozofickej fakulty UK*, 37 (79–86). UK: Bratislava.
- Veselský, M. (2010). *Motivácia žiakov učiť sa*. Bratislava: Univerzita Komenského.
- Veselský, M. & Hrubíšková, H. (2009). Zájem žáku o učební předmět chemie. *Pedagogická orientace*, 19(3), 45–64.
- Vlčková, J. & Kubiátko, M. (2014). Přírodopis v očích žáků 2. stupně základních škol. *e-Pedagogium*, 14(1), 20–37.

JANA FANČOVIČOVÁ, fankaj@gmail.com
Trnavská univerzita, Pedagogická fakulta
Katedra biológie
Priemyselná 4, P.O. BOX 9, 918 43 Trnava, Slovenská republika

MILAN KUBIATKO, mkubiatko@gmail.com
Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta
Institút výzkumu školy a zdraví
Poříčí 31a, 603 00 Brno, Česká republika

Výuka molekulární biologie na gymnáziích: analýza současného stavu a možnosti její podpory

Vanda Janštová, Martin Jáč

Abstrakt

Molekulární biologie je rychle se rozvíjející vědní obor a s jejími metodami se setkáváme i v každodenním životě. Proto je důležité, aby byla zastoupena ve výuce biologie na gymnáziích. Jedním z cílů studie bylo analyzovat rozložení vzdělávacího obsahu molekulární biologie na úrovni gymnaziálních školních vzdělávacích programů (ŠVP) do jednotlivých ročníků a zjistit, která molekulárně biologická témata jsou v ŠVP zastoupena a jak často. Dalším cílem bylo otestovat srozumitelnost a atraktivitu pokročilých molekulárně biologických laboratorních cvičení určených pro žáky střední školy. ŠVP celkem 160 gymnázií ze všech krajů ČR byly hodnoceny z hlediska zařazení deseti tematických kategorií výukového obsahu molekulární biologie ve vyučovacích předmětech biologie, chemie a volitelných biologických a chemických seminářích. Data byla analyzována shlukovou analýzou a následným χ^2 testem nezávislosti. V letech 2011–2013 byly realizovány čtyři různé typy praktických cvičení z molekulární biologie, kterých se zúčastnilo 466 žáků středních škol. Cvičení probíhala buď na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze, nebo na středních školách, vedl je vysokoškolský lektor nebo středoškolský učitel. Po ukončení cvičení žáci vyplnili reflektivní dotazník, ve kterém laboratorní cvičení zhodnotili. Získaná data byla zpracována pomocí analýzy rozptylu. Výsledky ukazují, že molekulárně biologická témata jsou do výuky na gymnáziích zařazena převážně izolovaně v posledním ročníku povinné výuky biologie či chemie. Řada témat je v rámci povinné výuky opomíjena, případně je zařazena pouze v povinně volitelných seminářích. Realizovaná molekulárně biologická cvičení byla žáky celkově hodnocena velmi kladně. Byly zjištěny rozdíly hodnocení cvičení v závislosti na typu cvičení, na vyučujícím a místě průběhu laboratorního cvičení. Na základě výsledků je možné doporučit více provázat učivo molekulární biologie a ostatních biologických oborů a zařazovat pokročilá laboratorní cvičení do výuky.

Klíčová slova: molekulární biologie, výuka, gymnázium, školní vzdělávací program, laboratorní cvičení.

Teaching Molecular Biology at Grammar Schools: Analysis of the Current State and Potential of its Support

Abstract

Molecular biology is a very progressive field of science. Moreover, its methods and results are closely connected with our everyday lives. It is therefore crucial to implement this field into grammar school biology curriculum. The first aim of this study was to analyse how the molecular biology content is distributed into different years in School Education Programmes (SEPs) of Czech grammar schools and which molecular biology topics are included and how often. Another aim of the study was to test the comprehensibility and attractiveness of advanced molecular biology laboratory courses for grammar school students. The implementation of molecular biology topics into compulsory and optional biology and chemistry classes in the SEPs of 160 grammar schools was evaluated together with their distribution into different years. The data was analysed by a cluster analysis and subsequent *chi*-square test for independence. During years 2011–2013, we organized four different types of laboratory courses focused on molecular biology topics. The laboratory courses took place at the Faculty of Science, Charles University in Prague or at participating grammar schools and were taught by a university lecturer or a grammar school biology teacher. Students who participated in the courses ($n = 466$) filled in an evaluation questionnaire at the end of the laboratory exercise. The data was analysed by the analysis of variance. The results indicate that molecular biology topics in the SEPs are mostly included in a single year (usually the last year of compulsory biology and chemistry education). Some of the topics were not included in the majority of compulsory classes and were found mainly in optional classes. The practical laboratory courses were rated very positively by students. Significant differences were found in ratings of different types of courses. Student ratings were also dependent on other variables (lecturer, site of the course). Based on the results, our conclusion is that molecular biology should be implemented in the grammar school curriculum much more with the support of advanced laboratory courses.

Key words: molecular biology, instruction, grammar school, school education programme, laboratory exercise.

1 ÚVOD

Molekulární biologie je jednou z biologických disciplín, která v posledních dekádách prodělala rychlý rozvoj, a dnes jsou její metody rutinně využívány v celé řadě biologických i medicínských odvětví. Díky molekulárně biologickým metodám jsou dnes upřesňovány vztahy mezi organismy, konstruovány geneticky modifikované organismy (GMO), s nimiž se pojí velká očekávání i emoce, aktuální se stává také diagnostika na základě analýzy sekvencí DNA jednotlivých pacientů i genová terapie. Je to tedy obor biologie, se kterým se čím dál tím častěji budeme setkávat v našem každodenním životě. Jako občané se navíc musíme rozhodovat, jaký postoj zaujmeme například ke GMO nebo genové terapii. Z těchto důvodů je více než žádoucí, aby výuka molekulární biologie včetně jejích metod byla součástí biologického kurikula na středních školách.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Molekulární biologie patří mezi abstraktní obory a pro žáky je často obtížné porozumět jejím konceptům a reálně si je představit (Lewis & Wood-Robinson, 2000). Z tohoto důvodu je, převážně v zahraničí, rozpracováno několik didaktických přístupů, pomocí kterých lze molekulárně biologické poznatky žákům zprostředkovat. Vědci běžně používají bioinformatické přístupy při práci s genovými databázemi, např. při zpracovávání sekvencí DNA. Jednou z možností, jak přiblížit výuku molekulární biologie skutečné práci profesionálních biologů, je právě výuka bioinformatiky. K dispozici je řada metodických návodů a námětů pro konkrétní využití ve výuce na středních školách (Wefer & Anderson, 2008; Offner & Pohlman, 2010; Gallagher et al., 2011; Ondřej & Dvořák, 2012; Wood & Gebhardt, 2013). V USA není bioinformatika součástí středoškolských standardů žádného z federálních států a také na úrovni kurikula je zastoupena relativně málo, nejvíce v kontextu evoluce, mutací a klasifikace organismů (Wefer & Sheppard, 2008). Využití bioinformatiky ve výuce vedlo ke zlepšení schopnosti žáků vysvětlit souvislosti, zdůvodňovat fakta a využívat v diskuzi o genetických tématech relevantní argumenty. Kromě toho žáci lépe chápali principy vědecké práce (Gelbart & Yarden, 2006; Tsui & Treagust, 2003, 2007), i když míra nově nabytých znalostí byla různá podle typologie žáků – autoři rozlišují žáky zaměřené na výzkumné postupy a žáky zaměřené na plnění úkolu (viz Gelbart, Brill & Yarden, 2009). Je zřejmé, že pro zabezpečení kvalitní výuky bioinformatiky na středních školách je nutné zajistit další vzdělávání učitelů biologie a zařadit bioinformatiku do přípravy budoucích učitelů biologie. Evropská organizace pro molekulární biologii (European Molecular Biology Organization; EMBO), proto pořádá kurzy bioinformatiky pro středoškolské učitele (Wood & Gebhardt, 2013). V květnu 2014 tento kurz poprvé proběhl i v České republice.

Další možností při výuce molekulárně biologických témat je využití modelů, které si žáci sami vyrobí. Názornost modelu tak může zlepšit představy žáků o strukturách a procesech, které ve středoškolské výuce nelze běžně pozorovat (Malacinski & Zell, 1996; Srinivasan, 1998; Byrd, 2000; Donovan & Venville, 2005; Balgopal & Bondy, 2011). Podobný význam pro zvýšení srozumitelnosti výkladu molekulárně biologických témat má využívání analogií (Venville & Donovan, 2006; Woody & Himelblau, 2013). Jako možné a vhodné se ukazuje i využití odborných a populárně naučných výukových textů či animací (Bowling, Zimmer & Pyatt, 2014; Drits-Esser et al., 2014).

Řada autorů prokázala, že je možné efektivně odbourat miskoncepty žáků během výuky molekulárně biologických praktických cvičení (Franke & Bogner, 2011). Tato praktická cvičení nejčastěji probíhají na specializovaných pracovištích (Ben-Nun, Stolarsky & Yarden, 2009; Scharfenberg & Bogner, 2013a, b). Obdobně je v České republice možné provést praktická cvičení ve spolupráci s univerzitami nebo pracovišti Akademie věd ČR. Na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze probíhají molekulárně biologická praktická cvičení již pátým rokem (Falteisek, Černý & Janštová, 2013; Janštová, Pavlasová & Černý, 2014).

V České republice je na úrovni kurikulárních dokumentů stanoven vzdělávací obsah jednotlivých vzdělávacích oborů na gymnáziu (včetně biologie) Rámcovým vzdělávacím programem pro gymnázia (RVP G, 2007). Vzdělávací obsah je tvořen učivem a očekávanými výstupy, které tvoří vzájemně velmi úzce provázaný celek, přičemž je učivo v RVP G „chápáno jako prostředek k dosažení stanovených očekávaných výstupů“ (RVP G, 2007: s. 12). Vzdělávací obsah oboru biologie je v RVP G rozčleněn celkem do deseti tematických okruhů, které zahrnují základní dílčí disciplíny oboru. Molekulární biologie je v kontextu vzdělávacího obsahu oboru biologie v RVP G explicitně zmíněna pouze v tematickém okruhu genetika na úrovni učiva „molekulární a buněčné základy dědičnosti“ (RVP G, 2007: s. 34). V tematickém okruhu obecná biologie je možné dovodit, že znalosti z molekulární biologie bude žák potřebovat k dosažení očekávaného výstupu, kdy „žák objasní stavbu a funkci strukturních složek a životní projevy prokaryotních a eukaryotních buněk“ v rámci učiva „buňka – stavba a funkce“ (RVP G, 2007: s. 31). Obdobně v tematickém okruhu biologie virů je zahrnuto učivo „stavba a funkce virů“, k jehož osvojení a dosažení očekávaného výstupu „žák charakterizuje viry jako nebuněčné soustavy“ (RVP G, 2007: s. 31) jsou potřeba alespoň základní znalosti z molekulární biologie. Molekulární biologie je tedy ve vzdělávacím obsahu oboru biologie v RVP G zařazena poměrně izolovaně, přičemž z formulací očekávaných výstupů a učiva převážné části tematických okruhů (viz např. biologie rostlin, biologie hub, biologie živočichů a biologie člověka; RVP G, 2007: s. 32–33) není zřejmé, zda je postačující osvojení učiva a dosažení očekávaných výstupů na úrovni orgánové, buněčné či molekulární. Kromě vzdělávacího oboru biologie je molekulárně biologická tematika v RVP G zařazena také ve vzdělávacím oboru chemie, konkrétně v tematickém okruhu biochemie. Součástí tohoto tematického okruhu je mimo jiné učivo „proteiny, nukleové kyseliny“, přičemž očekávané výstupy reflektují úlohu těchto biologických makromolekul v živých organismech (RVP G, 2007: s. 31). Molekulární biologie má kromě vzdělávacích oborů biologie a chemie také vztah ke vzdělávacímu oboru výchova ke zdraví. Vzdělávací obsah tohoto oboru zahrnuje například témata péče o reprodukční zdraví, metody asistované reprodukce či rizika ohrožující zdraví a jejich prevence (RVP G, 2007: s. 58–60), přičemž tato témata souvisejí s problematikou cytogenetiky či mutací.

Vzhledem ke značnému významu molekulární biologie, která zasahuje do všech oblastí biologického výzkumu a tvoří jeden ze základních konceptů současné biologie (viz např. Nurse, 2003), považujeme za nutné, aby byla tato disciplína zastoupena ve výuce na gymnáziích a tedy na úrovni gymnaziálních školních vzdělávacích programů (ŠVP). Prvním z cílů této studie bylo analyzovat zastoupení molekulární biologie v ŠVP gymnázií v učebních osnovách vyučovacích předmětů biologie, chemie a volitelných seminářů z biologie a chemie. Proto jsme si položili dvě výzkumné otázky, na které jsme se snažili najít odpověď:

1. Která témata molekulární biologie jsou v učivu a očekávaných výstupech na úrovni ŠVP zastoupena a jaká je jejich četnost?

2. Jaké je rozložení vzdělávacího obsahu molekulární biologie na úrovni ŠVP v jednotlivých ročnících gymnázia?

Očekáváme, že zastoupení konkrétních molekulárně biologických témat bude na úrovni ŠVP, vzhledem k decentralizovanému způsobu tvorby tohoto kurikulárního dokumentu, značně různorodé. Dále předpokládáme, že molekulární biologie bude do učebních osnov vyučovacích předmětů v ŠVP (biologie, chemie a volitelné semináře z biologie a chemie) zařazena spíše izolovaně (převážně v rámci jednoho ročníku).

Dalším z cílů naší studie bylo otestovat srozumitelnost a atraktivitu pokročilých laboratorních cvičení z molekulární biologie pro žáky středních škol. V tomto ohledu nás zajímalo, které faktory mohou mít vliv na hodnocení praktických cvičení z molekulární biologie žáky středních škol. V našem výzkumu jsme se zaměřili na 3 hlavní faktory: typ laboratorního cvičení, místo konání laboratorního cvičení a osobu lektora vedoucího daného cvičení, sledovali jsme ale také vliv pohlaví či ročníku střední školy. Předpokládali jsme, že prostředí vysoké školy a zkušenosti vysokoškolského lektora s realizací cvičení z molekulární biologie mohou mít pozitivní vliv na vnímání (hodnocení) praktických cvičení žáky.

3 METODIKA

3.1 KOMPARATIVNÍ ANALÝZA GYMNAZIÁLNÍCH ŠKOLNÍCH VZDĚLÁVACÍCH PROGRAMŮ

Při sestavení souboru gymnaziálních školních vzdělávacích programů jsme vycházeli ze seznamu gymnázií zapsaných v Rejstříku škol a školských zařízení Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy (Rejstřík škol a školských zařízení MŠMT, 2014, verze 2.39, stav k 26. září 2014) a z něj vycházejícího Adresáře škol a školských zařízení MŠMT a Ústavu pro informace ve vzdělávání (Adresář škol a školských zařízení MŠMT a ÚIV, 2014, revize 1212003, stav k 26. září 2014). Podle seznamu a adresáře gymnázií zapsaných v Rejstříku škol a školských zařízení (celkem 381 gymnázií k 26. září 2014) jsme z webových stránek jednotlivých škol získávali jejich aktuální ŠVP. Celkem se nám podařilo shromáždit 160 ŠVP (42 % gymnázií v České republice), přičemž u 106 škol (27,8 % gymnázií v České republice) z tohoto souboru jsme měli k dispozici osnovy ŠVP pro volitelný předmět seminář z biologie a 108 ŠVP obsahovalo osnovy pro volitelný předmět seminář z chemie. Podle Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia je „školní vzdělávací program povinnou součástí dokumentace školy a musí být zveřejněn na přístupném místě“ (RVP G, 2007: s. 85). Školy tedy podle RVP G nemají povinnost zveřejňovat ŠVP na svých webových stránkách, postačující je jeho dostupnost v tištěné podobě, např. v kanceláři školy. Námí sestavený soubor ŠVP tak představuje dostupný výběr (Gavora, 2010; Cohen, Manion & Morrison, 2011). Vzhledem k počtu ŠVP v našem výběru (42 % ŠVP všech gymnázií v ČR) a zastoupení gymnázií ze všech 14 krajů ČR (viz tab. 1) je možné sestavený soubor považovat za reprezentativní, neboť nelze předpokládat, že by obsahová stránka ŠVP (např. osnovy jednotlivých vyučovacích předmětů) mohla být zásadně ovlivněna způsobem jeho dostupnosti (webové stránky školy, kancelář školy).¹

¹Na základě doporučení jednoho z anonymních recenzentů příspěvku jsme dodatečně analyzovali dle stejné metodiky deset gymnaziálních ŠVP, které nebyly volně přístupné na webových stránkách školy. Obsahová struktura těchto deseti ŠVP byla obdobná jako v případě ŠVP získaných z webových stránek školy. V rámci kategorizace učiva a očekávaných výstupů molekulární biologie a následné shlukové analýze jsme nezjistili žádné zásadní odlišnosti.

Tab. 1: Počet ŠVP gymnázií z jednotlivých krajů České republiky zahrnutých do analýzy a jejich procentuální podíl z celkového počtu gymnázií v daném kraji (zdroj: autoři)

Kraj	Počet ŠVP v analýze	Podíl z celkového počtu škol v kraji
Praha	28	38,9 %
Středočeský	12	32,4 %
Jihočeský	10	38,5 %
Plzeňský	3	20,0 %
Karlovarský	5	50,0 %
Ústecký	9	39,1 %
Liberecký	8	57,1 %
Královéhradecký	9	39,1 %
Pardubický	6	28,6 %
Vysočina	11	61,1 %
Jihomoravský	18	43,9 %
Olomoucký	11	55,0 %
Moravskoslezský	19	43,2 %
Zlínský	11	64,7 %

V rámci komparativní analýzy ŠVP jsme posuzovali rozložení učiva molekulární biologie v jednotlivých ročnících gymnázia v povinných vyučovacích předmětech biologie a chemie a dále v navazujících volitelných vyučovacích předmětech (volitelné semináře z biologie a chemie). Hodnocení se týkalo 1. až 4. ročníku čtyřletého gymnázia a odpovídajících ročníků vyššího stupně víceletého gymnázia (obor gymnázium – kódy oborů 79-41-K/41, 79-41-K/61 a 79-41-K/81). Kromě rozložení učiva molekulární biologie do jednotlivých ročníků jsme se také zaměřili na obsahové zastoupení jednotlivých tematických okruhů molekulární biologie na úrovni učiva a očekávaných výstupů. Za tímto účelem jsme zpracovali systém deseti kategorií vzdělávacího obsahu molekulární biologie (viz tab. 2), do kterých jsme při obsahové analýze ŠVP řadili zastoupení učiva a očekávaných výstupů v jednotlivých ročnících povinných vyučovacích předmětů a dále jejich zastoupení ve volitelných vyučovacích předmětech. Kategoriální systém vychází, vzhledem k obecnosti vzdělávacího obsahu tematického okruhu genetiky v RVP G, z obsahu učiva molekulární biologie v současných gymnaziálních učebnicích genetiky (Šmarda, 2003; Kočárek, 2004), které jsou dostupné na knižním trhu a využívané ve školní výuce. Obě učebnice reflektují současný stav molekulární biologie jako vědního oboru a z hlediska ontodidaktické i psychodidaktické transformace je považujeme za velice zdařilé.

Obsahová a konstruktová validita systému kategorií pro analýzu vzdělávacího obsahu molekulární biologie (viz tab. 2) byla ověřena jedním odborníkem na didaktiku biologie a jedním odborníkem v oboru molekulární biologie. Hodnotitelé posuzovali navržený systém kategorií, obsahovou náplň jednotlivých kategorií a využitelnost celého systému pro obsahovou analýzu gymnaziálních ŠVP pro tematický okruh molekulární biologie. Z hodnocení odborníků vyplynulo, že systém kategorií je jasně definovaný a pokrývá témata molekulární biologie obsažená v současných učebnicích genetiky pro gymnázia. Připomínky odborníků, týkající se pojmového obsahu deseti hlavních kategorií, byly do konečné verze kategoriálního systému zpracovány. Reliabilita navrženého systému kategorií pro obsahovou analýzu ŠVP na úrovni učiva a očekávaných výstupů v oblasti molekulární biologie byla ověřena.

Tab. 2: Kategoriální systém pro obsahovou analýzu učiva a očekávaných výstupů ve vztahu k molekulární biologii (zdroj: autoři)

Kategorie 1: Nukleové kyseliny a bílkoviny

chemické složení živých organismů/buňky (charakteristika/funkce organických molekul), biologické makromolekuly, biomakromolekuly, nukleové kyseliny, DNA, RNA, typy RNA, bílkoviny (proteiny), charakteristika a význam prostorové struktury bílkovin, denaturace bílkovin

Kategorie 2: Molekulární biologie virů a bakterií

genofor virů, DNA/RNA viry, rozmnožování DNA/RNA virů včetně retrovirů, charakteristika lytického a lyzogenního (virogenního) cyklu; genofor bakteriální (prokaryotické) buňky, bakteriální chromozom, nukleoid, plazmidy, molekulární biologie (genetika) bakteriální (prokaryotické) buňky

Kategorie 3: Ústřední dogma molekulární biologie, genová exprese

ústřední dogma molekulární biologie, charakteristika genové exprese, přenos genetické informace, replikace DNA, transkripce, translace, proteosyntéza, posttranskripční a posttranslační úpravy, genetický kód, charakteristika genu na molekulární úrovni, typy genů (strukturní geny, geny pro funkční RNA, regulační geny)

Kategorie 4: Regulace genové exprese

regulace genové exprese, regulace genové exprese na úrovni transkripce a translace, regulace genové exprese prokaryotické buňky, operonový model, lac-operon, regulace genové exprese u eukaryotických buněk

Kategorie 5: Mutace

mutace, mutageny, typy mutací, klasifikace mutací, molekulární podstata mutací, genové mutace, vliv genových mutací na genovou expresi a primární strukturu bílkovin, genomové mutace, evoluční význam mutací, geneticky podmíněná onemocnění člověka

Kategorie 6: Metody molekulární biologie

izolace (extrakce) DNA (nukleových kyselin), elektroforéza nukleových kyselin/bílkovin, restriční analýza nukleových kyselin, polymerázová řetězová reakce (PCR), sekvenování nukleových kyselin, DNA čipy a jejich využití, hybridizace nukleových kyselin

Kategorie 7: Genové inženýrství

genové inženýrství, geneticky modifikované organismy (GMO), transgenóza, transgenní organismy, možnosti využití GMO člověkem, klonování (reprodukční, terapeutické), metody genového inženýrství, genová terapie

Kategorie 8: Genomika, bioinformatika

sekvenování lidského genomu, projekt lidského genomu, sekvenování genomu živých organismů, genomika, bioinformatika, vyhledávání informací v genových (proteinových) databázích, analýza (tvorba) fylogenetických stromů

Kategorie 9: Molekulární podstata nádorových onemocnění, onkogenetika

karcinogeny (kancerogeny), karcinogeneze (kancerogeneze), protoonkogeny, onkogeny, poruchy buněčného cyklu, poruchy buněčného cyklu a nádorová onemocnění, příklady a charakteristika vybraných nádorových onemocnění

Kategorie 10: Etické aspekty molekulární biologie, legislativa a molekulární biologie

etické aspekty molekulární biologie (etika v molekulární biologii), etické aspekty genového inženýrství (klonování, genetických modifikací), rizika využívání GMO, etické aspekty molekulární diagnostiky onemocnění a genové terapie, problémy a přínosy molekulární biologie, legislativní aspekty molekulární biologie

řena stanovením shody dvou nezávislých posuzovatelů u náhodně vybraného vzorku 10 % všech ŠVP (včetně ŠVP pro volitelné předměty) zahrnutých do analýzy. Dosažená míra shody dvou posuzovatelů činila 92,3 %². Největší rozdíly mezi hodnotiteli nastaly v případech, kdy učivo a očekávané výstupy na úrovni ŠVP nebyly v porovnání s RVP G vůbec rozpracovány (případně byly rozpracovány jen minimálně). Po sjednocení způsobu kódování hodnotitelů v těchto specifických případech činila shoda obou posuzovatelů 95,9 %. Vzhledem k vysoké shodě posuzovatelů při použití navrženého systému kategorií bylo kódování celého souboru analyzovaných ŠVP provedeno jedním hodnotitelem.

Kódování kategorie obsahu a ročníku gymnázia v předmětech biologie a chemie a kódování zastoupení hodnocené kategorie ve volitelném semináři z biologie a chemie (bez ohledu na název volitelného semináře v konkrétním ŠVP) bylo provedeno v programu Microsoft Excel 2010. Vytvořená datová matice byla převedena do programu STATISTICA 12, ve kterém byly zpracovány dílčí statistické analýzy. Zastoupení učiva molekulární biologie v jednotlivých ročnících studia pro předměty biologie, chemie a volitelné semináře bylo hodnoceno prostřednictvím shlukové analýzy kategoriálních dat metodou k -průměrů. Základní parametry shlukové analýzy byly nastaveny následovně: euklidovské vzdálenosti mezi shluky, 50 iterací a desetinásobná křížová validace pro každou z realizovaných analýz. Na shlukovou analýzu navazoval χ^2 test nezávislosti zastoupení kategoriálních proměnných (ročníky gymnázia) v jednotlivých shlucích. Zastoupení četností jednotlivých kategorií obsahu molekulární biologie v ŠVP v rámci základní výuky (předměty biologie a chemie) a v rámci volitelných předmětů (předměty seminář z biologie a seminář z chemie) bylo analyzováno pomocí Fisherova přesného dvoustranného testu. Rozdíly mezi hodnocenými skupinami byly považovány za statisticky významné, jestliže dosažená hladina testu (p) byla menší nebo rovna zvolené 5% hladině významnosti ($p \leq 5\%$). Výsledky statistických analýz byly graficky zpracovány v programu SigmaPlot 13.

Pro doplnění informací získaných analýzou školních vzdělávacích programů ve školách, které vyučují v rámci volitelných předmětů seminář zaměřený na molekulární biologii (celkem 19 škol), jsme požádali vyučující příslušných seminářů o vyplnění krátkého on-line dotazníku. Dotazník byl zpracován v on-line prostředí Google Docs a obsahoval 10 otevřených otázek zaměřených na bližší údaje o volitelných seminářích z molekulární biologie. Dotazník byl administrován elektronickou formou, webový odkaz byl respondentům zaslán e-mailem po předchozí telefonické domluvě. Osloveno bylo 19 respondentů (vyučujících volitelného předmětu seminář zaměřený na molekulární biologii) z 19 gymnázií, návratnost dotazníku činila 89,5 % (dotazník vyplnilo 17 učitelů, z toho 12 žen a 5 mužů).

3.2 HODNOCENÍ POKROČILÝCH LABORATORNÍCH CVIČENÍ Z MOLEKULÁRNÍ BIOLOGIE ŽÁKY STŘEDNÍCH ŠKOL

Středoškolští žáci běžných tříd i biologicky zaměřených volitelných seminářů absolvovali molekulárně biologická laboratorní cvičení. Vyučujícím byl lektor z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze (UK PŘF) nebo proškolený středoškolský učitel. Cvičení probíhala jak na půdě UK PŘF, tak na středních školách žáků. Učitelé si vybírali ze čtyř různých témat laboratorních cvičení. Dvě cvičení byla založena

²Jedná se o procento shody v 780 případech kódování kategorie obsahu a ročníku gymnázia v předmětech biologie a chemie a kódování hodnocené kategorie ve volitelném semináři z biologie a chemie.

na využití polymerázové řetězové reakce (PCR), díky které byla určena jedna z alel determinující Rh-faktor (dále označováno jako PCR Rh-faktor; Imperial & Boronat, 2005), resp. (ne)přítomnost jednoho z chemokinových receptorů (dále označováno jako PCR CCR5; Falteisek, Černý & Janštová, 2013). Třetí cvičení bylo zaměřeno na restriční štěpení DNA bakteriálních plazmidů (dále označováno jako restrikce plazmidů) a poslední cvičení bylo zaměřeno na elektroforézu bílkovin (Janštová, Pavlasová & Černý, 2014). Středoškolští učitelé vedli pouze dva druhy laboratorních cvičení, a to restrikci plazmidů a elektroforézu bílkovin. Bezprostředně po ukončení laboratorního cvičení byli žáci požádáni o hodnocení cvičení pomocí krátkého reflektivního dotazníku (vyplnění dotazníku trvalo maximálně 10 minut). Dotazník obsahoval 10 položek (5 otevřených položek, 1 uzavřená položka s výběrem odpovědi a 4 pětibodové Likertovy škály). Prostřednictvím položek Likertovy škály (zcela souhlasím, částečně souhlasím, neutrální postoj/nevím, částečně nesouhlasím, zcela nesouhlasím) žáci hodnotili srozumitelnost úvodního výkladu lektora, pochopení kroků postupu laboratorního protokolu, celkové provedení laboratorního cvičení a atraktivitu molekulárně biologického tématu cvičení. Split-half reliabilita položek Likertovy škály v reflektivním dotazníku činila 0,622. Vyhodnocení položek Likertovy škály bylo provedeno metodikou podle Kidmanové (2008). Odpovědi žáků byly kódovány následujícím způsobem: zcela souhlasím = 1; částečně souhlasím = 0,5; neutrální postoj/nevím = 0; částečně nesouhlasím = -0,5; zcela nesouhlasím = -1. Tento způsob kódování umožňuje přehledné grafické porovnání souhlasných a nesouhlasných odpovědí (Kidmanová, 2008: s. 90). V otevřených otázkách žáci hodnotili, které aspekty laboratorního cvičení považovali za nejvíce a nejméně přínosné, respektive nejvíce a nejméně zajímavé. V uzavřené položce s výběrem odpovědi žáci porovnávali zajímavost laboratorního cvičení z molekulární biologie s běžnou laboratorní výukou na střední škole.

Pro každou skupinu hodnocených odpovědí položek na Likertově škále byl vypočten aritmetický průměr a medián. V následných statistických analýzách byl zjišťován vztah mezi hodnocením laboratorního cvičení žáky a následujícími nezávislými proměnnými: typ laboratorního cvičení (viz čtyři výše uvedená témata), místo konání laboratorního cvičení (UK PřF nebo střední škola), osoba vyučujícího (lektor z vysoké školy nebo středoškolský učitel), pohlaví a ročník studia na střední škole. Pro hodnocení jsme použili vícefaktorovou analýzu rozptylu bez opakování (ANOVA hlavních efektů) s následným Tukeyovým post-hoc testem, abychom mohli určit, které kategorie se od sebe liší. Zároveň jsme data analyzovali neparametrickým Kruskal-Wallisovým testem s vícenásobným porovnáváním. Obě statistické metody ukázaly stejné statisticky významné rozdíly mezi hodnocenými faktory. Zjištěné rozdíly byly považovány za statisticky významné, jestliže dosažená hladina testu (p) byla menší nebo rovna zvolené 5% hladině významnosti ($p \leq 5\%$). Výsledky statistických analýz byly graficky zpracovány v programu SigmaPlot 13.

Odpovědi na otevřené otázky (největší a nejmenší přínos laboratorního cvičení; nejzajímavější a nejméně zajímavé aspekty laboratorního cvičení) byly kódovány do následujících kategorií: (1) nové metody, přístroje a praktické vyzkoušení úlohy; (2) vlastní výsledek cvičení; (3) získání nových informací; (4) chybějící odpověď a nic; (5) časová náročnost cvičení; (6) vše a celé cvičení; (7) možnost uplatnit vlastní návrhy postupu a porovnat výsledek s předpoklady; (8) složitost/náročnost cvičení; (9) jiné odpovědi. Poté byly vyhodnoceny četnosti v jednotlivých kategoriích. Také u poslední otázky dotazníku, která zjišťovala, jak žáky bavilo absolvované molekulárně biologické cvičení v porovnání s běžnými cvičeními ve škole a proč, byly vyhodnoceny absolutní a relativní četnosti odpovědí.

4 VÝSLEDKY A DISKUZE

4.1 ZASTOUPENÍ VZDĚLÁVACÍHO OBSAHU MOLEKULÁRNÍ BIOLOGIE NA ÚROVNI GYMNAZIÁLNÍCH ŠVP

4.1.1 VYUČOVACÍ PŘEDMĚTY BIOLOGIE A SEMINÁŘ Z BIOLOGIE

Výsledkem shlukové analýzy zastoupení učiva a očekávaných výstupů molekulárně biologických témat v jednotlivých ročnících předmětu biologie na gymnáziu je rozdělení souboru analyzovaných ŠVP ($n = 160$) do 12 skupin (shluků). Základní charakteristiky jednotlivých skupin jsou shrnuty v tabulce 3. Testem nezávislosti (χ^2 test) pro kategoriální proměnné (1. až 4. ročník gymnázia) byly prokázány statisticky významné rozdíly mezi jejich četnostmi v jednotlivých shlucích ($p < 0,01$).

Z výsledků analýzy vyplývá, že zařazení témat molekulární biologie do jednotlivých ročníků v rámci předmětu biologie je na úrovni gymnaziálních ŠVP velice různorodé (viz tab. 3). Nejčastěji jsou tato témata řazena do posledního ročníku (3. nebo 4. ročník), ve kterém je výuka biologie realizována (celkem 55 % analyzovaných ŠVP, součet četností ve shlucích 1 a 2), případně do posledních dvou ročníků studia (3. a 4. ročník; celkem 3,75 % ŠVP, shluk 5). Velmi často jsou témata z molekulární biologie také zařazena v prvním ročníku a následně až ve 3. nebo 4. ročníku (celkem 31,87 % ŠVP, součet četností ve shlucích 3, 4 a 6).

Tab. 3: Výsledky shlukové analýzy zastoupení molekulárně biologických témat v jednotlivých ročnících gymnázia v předmětu biologie (zdroj: autoři)

Číslo shluku	1. ročník	2. ročník	3. ročník	4. ročník	Počet ŠVP	Podíl z celkového počtu ŠVP
1	0	0	0	1	45	28,12 %
2	0	0	1	×	43	26,88 %
3	1	0	1	×	24	15,00 %
4	1	0	0	1	22	13,75 %
5	0	0	1	1	6	3,75 %
6	1	0	1	0	5	3,12 %
7	0	0	0	×	4	2,50 %
8	1	0	0	×	3	1,88 %
9	1	1	0	×	3	1,88 %
10	0	1	1	0	2	1,25 %
11	0	1	1	×	2	1,25 %
12	1	0	×	×	1	0,62 %

Vysvětlivky číselných kódů: 0 = v daném ročníku nejsou zastoupena témata z molekulární biologie; 1 = v daném ročníku jsou zastoupena témata z molekulární biologie; × = v daném ročníku není dle ŠVP zařazen předmět biologie

Ostatní způsoby ročníkového zařazení molekulární biologie do výuky jsou mnohem méně časté (viz shluky 8–12), například zařazení molekulární biologie jen do prvního či prvních dvou ročníků studia (celkem 4,38 %, součet četností ve shlucích 8, 9 a 12). Poměrně překvapivým zjištěním je, že v případě čtyř škol nebyla molekulárně biologická témata v rámci povinné biologie v ŠVP vůbec uvedena (viz arbitrárně vytvořený shluk 7).

V kontextu výše uvedených empirických zjištění spatřujeme několik potenciálních problémů v zařazení molekulární biologie do posledního ročníku výuky biologie. Vzhledem k tomu, že molekulární biologie je jedním z ústředních konceptů současné biologie (viz např. Nurse, 2003; Vidal, 2009), považujeme její zařazení až na konec studia gymnaziální biologie za nevhodné. Nedostatečné osvojení molekulární biologie na počátku studia znemožňuje ve výuce jednotlivých tematických okruhů biologie uvedených v RVP G průběžně reflektovat molekulární podstatu vybraných biologických procesů či smysluplně vysvětlit současné principy taxonomie živých organismů na molekulární úrovni. Zmiňovanou skutečnost považujeme za problém nedostatečné ontodidaktické transformace obsahu biologie jako vědní disciplíny do vzdělávacího obsahu biologie jako vzdělávacího oboru (na úrovni RVP G), respektive vyučovacího předmětu na úrovni konkrétních ŠVP (srov. Janík & Slavík, 2007). Jako příklad zdařilé ontodidaktické transformace obsahu biologie na středoškolskou (gymnaziální) úroveň mohou sloužit mimo jiné National Science Education Standards (NSES) v USA (National Committee on Science Education Standards and Assessment & National Research Council, 1996). Standardy vymezující vzdělávací obsah biologie (Life Science) pro středoškolské studenty (stupně vzdělávání 9-12) odrážejí současný stav biologie jako vědní disciplíny, přičemž buněčná biologie, molekulární biologie a evoluční biologie fungují jako sjednocující koncepty tvořící podstatnou část obsahových standardů (NSES, 1996, s. 181–187). Tento obecně biologický přístup jako výsledek ontodidaktické transformace obsahu biologie je zřetelný ve středoškolských učebnicích biologie v USA (viz např. Miller & Levine, 2010). Další problém (riziko) v zařazení molekulární biologie do posledního ročníku výuky spatřujeme ve skutečnosti, že v rámci učebních osnov analyzovaných ŠVP byla molekulární biologie a genetika časově řazena většinou jako jeden z posledních tematických okruhů. Vzhledem ke značnému rozsahu učiva gymnaziální biologie tak může velice snadno nastat situace, kdy na dostatečné seznámení žáků s molekulární biologii v potřebném rozsahu nezbyde dostatek času a některé okruhy učiva a očekávané výstupy v ŠVP ve vztahu k molekulární biologii tak zůstanou pouze na úrovni projektovaného kurikula (viz kategorie projektované kurikulum II in Janík et al., 2010a: s. 33–34).

Kromě povinného vyučovacího předmětu biologie jsou témata z molekulární biologie do výuky řazena také v rámci volitelných seminářů z biologie (2. až 4. ročník). Výsledkem shlukové analýzy zastoupení molekulární biologie v jednotlivých ročnících vyučovacího předmětu seminář z biologie je rozdělení souboru analyzovaných ŠVP pro volitelné předměty ($n = 106$) do 9 shluků. Základní charakteristiky jednotlivých shluků jsou přehledně zpracovány v tab. 4. Test nezávislosti (χ^2 test) pro kategoriální proměnné (ročníky gymnázia s výukou volitelných seminářů) prokázal statisticky významné rozdíly mezi jejich četnostmi v jednotlivých shlucích ($p < 0,01$).

Výsledky ukazují, že většina škol v analyzovaném souboru se věnuje molekulární biologii také v rámci volitelného semináře z biologie (celkem 72,63 % analyzovaných ŠVP, součet četností shluků 1, 3, 4, 5 a 7). Nejčastěji je výuka zařazena v rámci maturitního ročníku (46,23 %, součet četností shluků 1, 5 a 7). Méně často je výuka zařazena do 3. a 4. ročníku (16,98 %, shluk 3) nebo do 3. ročníku (9,43 %, shluk 4). Celkem 27,37 % škol nemá ve volitelném semináři z biologie v rámci ŠVP molekulárně biologická témata zařazena (součet četností ve shlucích 2, 6, 8 a 9). Detailní analýzou ŠVP volitelných předmětů biologického zaměření jsme zjistili, že 19 škol z analyzovaného souboru (17,92 % ze 106 analyzovaných ŠVP) má v nabídce volitelných předmětů kromě běžného semináře z biologie také

Tab. 4: Výsledky shlukové analýzy zastoupení molekulárně biologických témat v jednotlivých ročnících gymnázia v předmětu seminář z biologie (zdroj: autoři)

Číslo shluku	2. ročník	3. ročník	4. ročník	Počet ŠVP	Podíl z celkového počtu ŠVP
1	×	0	1	36	33,96 %
2	×	0	0	22	20,76 %
3	×	1	1	18	16,98 %
4	×	1	0	10	9,43 %
5	×	×	1	9	8,49 %
6	×	×	0	4	3,77 %
7	0	0	1	4	3,77 %
8	0	×	0	2	1,89 %
9	0	0	0	1	0,95 %

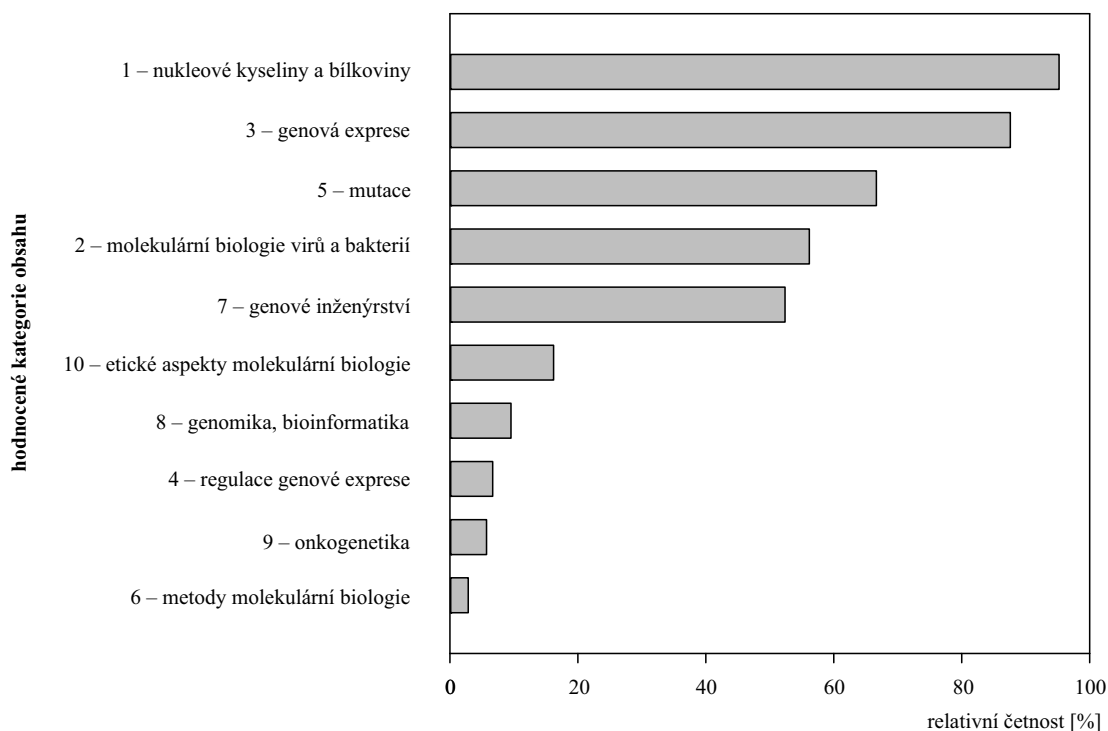
Vysvětlivky číselných kódů: 0 = v daném ročníku nejsou zastoupena témata z molekulární biologie; 1 = v daném ročníku jsou zastoupena témata z molekulární biologie; × = v daném ročníku není dle ŠVP zařazen předmět seminář z biologie

specializovaný seminář zaměřený na molekulární biologii a genetiku (blíže viz kapitola 4.1.2).

V rámci obsahové analýzy učiva a očekávaných výstupů jsme zjistili, že třetina škol (34,4 %, celkem 55 škol) ve svých ŠVP nerozpracovala učivo ani očekávané výstupy tematického okruhu genetika z RVP G nebo je upravila naprosto minimálně (např. doplněním jednoho obecně formulovaného očekávaného výstupu nebo tématu učiva). Ačkoliv bylo možné určit, ve kterém ročníku je výuka molekulární biologie realizována, nemohli jsme v těchto případech provést detailní kategorizaci vzdělávacího obsahu molekulární biologie (viz kapitola metodika, tab. 2), protože učivo i očekávané výstupy byly formulovány příliš obecně (např. učivo „molekulární a buněčné základy dědičnosti“). Proto jsme kategorizaci vzdělávacího obsahu molekulární biologie mohli provést pouze u 105 ŠVP pro předmět biologie a 58 ŠVP pro předmět seminář z biologie, v nichž byly očekávané výstupy a učivo dostatečně rozpracovány z RVP G na školní úroveň.

Očekávané výstupy a rozsah učiva jednotlivých tematických celků v RVP G jsou pro školy závazné. Jak je však v RVP G uvedeno, „předpokládá se, že další nebo náročnější očekávané výstupy a širší rozsah učiva si stanoví škola sama ve svém školním vzdělávacím programu“ (RVP G, 2007: s. 12). Skutečnost, že zhruba třetina škol ve výzkumném souboru podrobněji nerozpracovala vzdělávací obsah tematického okruhu genetika a převzala jej v nezměněné či jen nepatrně upravené podobě z RVP G, může mimo jiné souviset s nízkou akceptací kurikulární reformy gymnaziálními učiteli (Janík et al., 2010b). Jak uvádí v závěrečném shrnutí výzkumné zprávy prezentující výsledky dotazníkového šetření kurikulární reformy na gymnáziích Janík et al. (2010b):

Jestliže učitelé vyhodnotí zavádění změn jako formální, pak se odmítnou do nich zapojit anebo se spíše sami chovají formálně – plní sice vnější požadavky, ale jen na „papíře“ (Janík et al., 2010b: s. 132).



Vysvětlivky: číslice u jednotlivých témat molekulární biologie korespondují s číselným označením příslušné kategorie v tab. 2

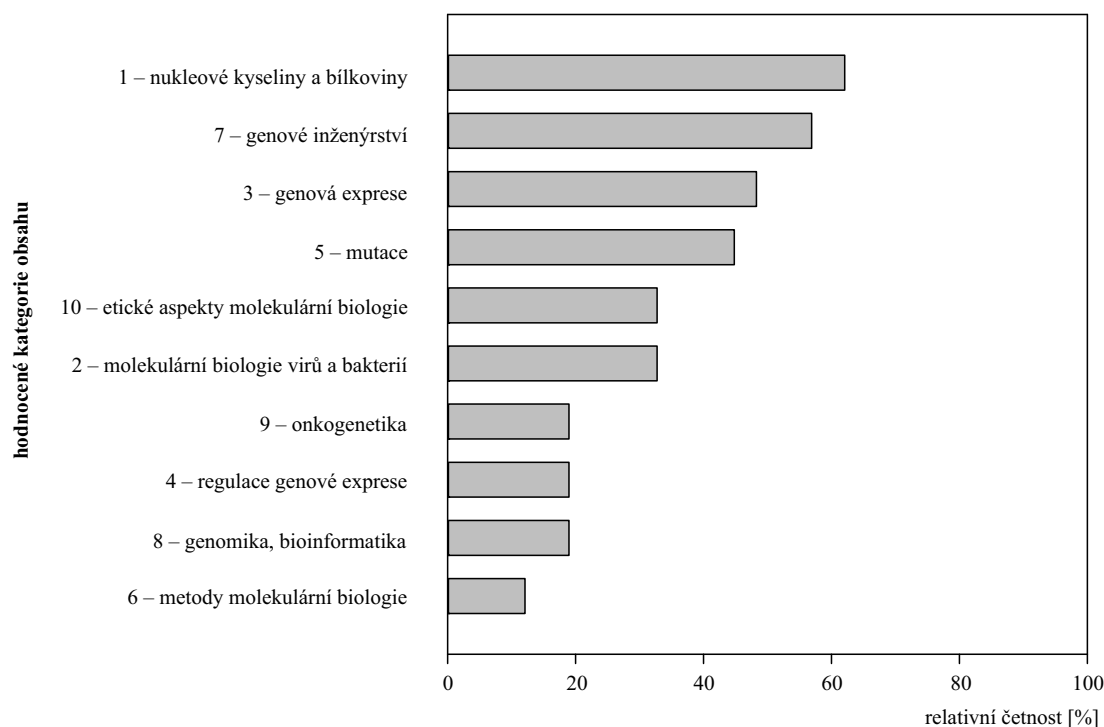
Graf 1: Zastoupení tematických kategorií vzdělávacího obsahu molekulární biologie v ŠVP gymnázií ve vyučovacím předmětu biologie (zdroj: autoři)

Je tedy možné, že výše uvedené zjištění, na které jsme při analýze ŠVP narazili, tak může být do jisté míry odrazem formálního přístupu škol (potažmo vyučujících předmětové komise biologie na daných školách) při tvorbě ŠVP.

Zastoupení jednotlivých tematických kategorií vzdělávacího obsahu molekulární biologie na úrovni učiva a očekávaných výstupů v ŠVP v předmětu biologie přehledně znázorňuje graf 1.

Nejvíce bylo v ŠVP zastoupeno téma nukleové kyseliny a bílkoviny (95,24 % ze 105 analyzovaných ŠVP). Toto téma bylo v ŠVP řazeno do různých ročníků studia: nejčastěji pouze do 3. nebo 4. ročníku (45,54 % ŠVP), dále pak do 1. a 3. ročníku (19,80 % ŠVP), 1. a 4. ročníku (18,81 % ŠVP) nebo pouze do 1. ročníku (10,89 % ŠVP); jiné způsoby začlenění tématu v ŠVP tvořily 4,96 %. Další vysoce zastoupené téma z molekulární biologie je ústřední dogma molekulární biologie a genová exprese (87,62 % ŠVP). Toto téma bylo v ŠVP zařazeno nejčastěji ve 3. nebo 4. ročníku studia (86,60 % ŠVP). Mezi témata s vysokou četností výskytu v ŠVP patří také téma mutace (66,67 % ŠVP), téma molekulární biologie virů a bakterií (56,19 % ŠVP) a téma genové inženýrství (52,38 % ŠVP).

Témata mutace a genové inženýrství byla zastoupena převážně ve 3. nebo 4. ročníku. Téma molekulární biologie virů a bakterií bylo nejčastěji zařazeno ve 3. nebo 4. ročníku (58,06 % ŠVP) a následně v 1. ročníku (33,87 % ŠVP). Ostatní témata molekulární biologie byla v ŠVP zařazována výrazně méně často. Jedná se o následující témata: etické aspekty molekulární biologie (16,19 % ŠVP), genomika a bioinformatika (9,52 % ŠVP), regulace genové exprese (6,67 % ŠVP), molekulární podstata nádorových onemocnění (5,71 % ŠVP) a metody molekulární biologie (2,86 % ŠVP). Tato témata, pokud již byla v ŠVP uvedena, byla řazena téměř výhradně do 3. nebo 4. ročníku studia.



Vysvětlivky: číslice u jednotlivých témat molekulární biologie korespondují s číselným označením příslušné kategorie v tab. 2

Graf 2: Zastoupení tematických kategorií vzdělávacího obsahu molekulární biologie v ŠVP gymnázií ve vyučovacím předmětu seminář z biologie (zdroj: autoři)

Není bez zajímavosti, že pět nejčastěji zastoupených témat bylo součástí původních osnov vyučovacích předmětů biologie (MŠMT, 1999: s. 150–156, především viz tematické celky 15. Základní děje na buněčné úrovni a 16. Dědičnost a proměnlivost). Je tedy možné, že učitelé při přípravě vzdělávacího obsahu učebních osnov ŠVP do určité míry ze setrvačnosti reflektovali obsah původních osnov vyučovacích předmětů biologie. Je však nutné si uvědomit, že témata málo zastoupená v ŠVP mohou být v reálné výuce (realizované kurikulum) alespoň okrajově zmiňována, přičemž učitelé sestavující osnovy vyučovacích předmětů biologie nepovažovali za důležité, aby je uváděli na úrovni učiva či očekávaných výstupů.

Dále jsme zjišťovali zastoupení jednotlivých tematických kategorií vzdělávacího obsahu molekulární biologie na úrovni učiva a očekávaných výstupů v ŠVP ve volitelném předmětu seminář z biologie. Výsledky analýzy shrnuje graf 2.

Nejvíce zastoupeným je téma nukleové kyseliny a bílkoviny (62,07 % z 58 analyzovaných ŠVP). Velkou četnost mají také témata genové inženýrství (56,90 % ŠVP), ústřední dogma molekulární biologie a genová exprese (48,28 % ŠVP) a mutace (44,82 % ŠVP). Téma molekulární biologie virů a bakterií bylo zastoupeno ve 32,76 % ŠVP. Jedná se tedy o stejná témata jako v případě povinného předmětu biologie. Z porovnání četností zařazení těchto témat v ŠVP předmětů biologie a seminář z biologie Fisherovým přesným dvoustranným testem však vyplývá, že četnost témat nukleové kyseliny a bílkoviny ($p < 0,000 01$), ústřední dogma molekulární biologie a genová exprese ($p < 0,000 01$), mutace ($p = 0,000 08$) a molekulární biologie virů a bakterií ($p = 0,029 8$) je statisticky významně vyšší v povinném vyučovacím předmětu biologie, nežli ve volitelném předmětu seminář z biologie. Téma genové inženýrství je v ŠVP předmětů biologie a seminář z biologie zastoupeno stejně často, rozdíl mezi četnostmi v zařazení do ŠVP není statisticky signifikantní ($p = 1,0$). Zbý-

vající témata jsou v ŠVP předmětu seminář z biologie zastoupena méně často: téma etické aspekty molekulární biologie je reflektováno ve 32,76 % analyzovaných ŠVP, témata genomika a bioinformatika, regulace genové exprese a molekulární podstata nádorových onemocnění jsou zastoupena v 18,97 % ŠVP, nejméně je pak zastoupeno téma metody molekulární biologie ve 12,07 % analyzovaných ŠVP. Porovnání četností zařazení těchto témat v ŠVP předmětů biologie a seminář z biologie poukazuje na skutečnost, že témata etické aspekty molekulární biologie ($p = 0,04845$), regulace genové exprese ($p = 0,03485$), molekulární podstata nádorových onemocnění ($p = 0,01842$) a metody molekulární biologie ($p = 0,04384$) jsou více zastoupena v ŠVP volitelného předmětu seminář z biologie. Téma genomika a bioinformatika je v obou sledovaných předmětech zařazeno stejně často ($p = 0,1431$). V rámci obsahové analýzy ŠVP pro předměty biologie a seminář z biologie nebylo možné hodnotit tematické zaměření a četnost případných laboratorních cvičení z molekulární biologie, protože informace týkající se témat laboratorních cvičení z biologie nebyly v naprosté většině ŠVP uváděny.

Rozdílné zastoupení molekulárně biologických témat v předmětech biologie a seminář z biologie bylo možné na jednu stranu očekávat, protože jak většina škol ve svých ŠVP deklaruje, volitelný předmět seminář z biologie je určen zejména pro žáky s velkým zájmem o obor a slouží jako příprava k maturitní zkoušce a k přijímacím zkouškám z biologie na VŠ. Na druhou stranu se domníváme, že některá témata by v současnosti měla být v povinné výuce biologie zastoupena výrazně více. Jedná se například o problematiku metod molekulární biologie (např. ve vztahu k lékařské diagnostice dědičných onemocnění), molekulární podstatu nádorových onemocnění (vzhledem k celosvětově vysokému výskytu těchto onemocnění), ale zejména pak o téma etické aspekty molekulární biologie. Jak uvádí Papáček (2010):

Biologie tak nabývá stále většího významu pro každodenní společenskou praxi, a to zdaleka ne pouze v oblasti lidského zdraví a zdrojů potravin. Navíc se stává horkou arénou veřejných diskusí. Např. o geneticky modifikovaných organismech, o klonování, o umělém oplození, o oteplování a ekologické krizi či o existenci evoluce a kreacionismu. (Papáček, 2010: s. 38).

Právě proto se domníváme, že etické aspekty molekulární biologie a genetiky by měly být nedílnou součástí povinné výuky biologie a zcela určitě by se tato problematika měla objevit v ŠVP v očekávaných výstupech.

4.1.2 VOLITELNÉ SEMINÁŘE SPECIALIZOVANÉ NA VÝUKU MOLEKULÁRNÍ BIOLOGIE

Jak jsme se již zmínili v kapitole 4.1.1, poměrně zajímavým výsledkem komparativní analýzy bylo zjištění, že devatenáct škol z analyzovaného souboru (17,9 %) má ve svém ŠVP zařazený specializovaný seminář tematicky zaměřený na molekulární biologii a genetiku. Ve třech případech jsme neměli k dispozici osnovy tohoto předmětu, ve dvou případech byl vzdělávací obsah semináře formulován příliš obecně a nebylo možné ho kategorizovat. V ostatních čtrnácti případech však bylo zřejmé výrazné zastoupení témat, která jsou v rámci běžné výuky biologie reflektována minimálně. V osnovách specializovaných seminářů tak byla v 92,9 % zastoupena problematika genového inženýrství, v 50 % témata etické aspekty molekulární biologie a regulace genové exprese a ve 42,9 % ŠVP byla zařazena témata metody molekulární biologie,

genomika a bioinformatika a molekulární podstata nádorových onemocnění. Celkem pět ŠVP obsahovalo alespoň osm z deseti posuzovaných kategorií obsahu molekulární biologie. Specializovaný seminář byl vždy zařazen v maturitním ročníku, ve čtyřech případech byl seminář zařazen i v nižších ročnících (3. ročník a v jednom případě i 2. ročník).

Protože ze školního vzdělávacího programu nebylo obvykle možné zjistit detailnější informace o výuce tohoto předmětu, oslovili jsme učitele příslušných specializovaných seminářů s žádostí o poskytnutí doplňujících informací (viz kapitola 3.1).

Jako hlavní důvody, které vedly k zavedení specializovaného semináře ve škole, uváděli učitelé ($n = 17$) nejčastěji nedostatek času na výuku molekulární biologie a genetiky v rámci běžné výuky biologie (31,6 % respondentů) a dále pak důležitost oboru pro pochopení základních biologických zákonitostí, zájem žáků o obor a vysoké zastoupení témat z molekulární biologie v přijímacích zkouškách na vysoké školy (26,3 % respondentů). Zájem o takto koncipovaný seminář je ze strany žáků značný. Údaje z jednotlivých škol za poslední tři školní roky (2011/2012 až 2013/2014) ukazují, že specializovaný seminář v průměru navštěvovala necelá čtvrtina studentů maturitního ročníku (průměr 23,9 %, směrodatná odchylka 9,1 %, rozpětí hodnot z jednotlivých škol od 11,4 % do 47,2 %). Z pohledu zabezpečení výuky je důležité, že se na 58,8 % škol podílí na výuce semináře více učitelů (výuka semináře tedy není většinou postavena jen na jednom vyučujícím s odborným zaměřením na molekulární biologii). Na výuce se nejvíce podílejí učitelé, kteří studovali obory biologie – chemie (44,4 %), významně zastoupeny jsou však také ostatní běžné kombinace oborů (biologie–matematika, biologie–tělesná výchova, biologie–zeměpis a absolventi odborné biologie s pedagogickým minimem).

Významnou součástí efektivní výuky molekulární biologie jsou laboratorní cvičení a podpora rozvoje praktických dovedností v oblasti bioinformatiky (viz kapitola 2). Z tohoto důvodu nás zajímalo, zda a do jaké míry realizují učitelé tyto výukové aktivity v rámci specializovaných seminářů zaměřených na molekulární biologii. Laboratorní cvičení pravidelně zařazují na zhruba třech čtvrtinách škol, přičemž nejběžnější úlohou je extrakce DNA z různých zdrojů (např. cibule, kiwi, buňky bukální sliznice). Náročnější úlohy, k jejichž realizaci je potřeba méně dostupné technické vybavení, se ve školách snaží realizovat ve spolupráci s vysokými školami (41,2 % škol) nebo s Akademií věd ČR (jedna škola). Jedná se například o restrikční analýzu DNA, elektroforézu nukleových kyselin a bílkovin či PCR. Učitelé uváděli, že největší překážkou pro větší zastoupení laboratorních cvičení je nedostatečné technické vybavení ve školách (70,6 % respondentů) a nedostatek času pro zařazování časově náročnějších úloh (41,2 % respondentů). Úlohy zaměřené na bioinformatiku realizují pouze ve 3 školách (jeden respondent uvažuje o jejich zavedení poté, co absolvoval specializované školení; viz kapitola 2, Wood & Gebhardt, 2013). V tomto kontextu učitelé nejčastěji uváděli jako limitující faktory nedostatek metodických materiálů do gymnaziální výuky (33 % respondentů), nedostatečné znalosti v oblasti bioinformatiky (17,6 %), obtížnou orientaci v rychle se vyvíjejících genových databázích (17,6 %) a obtížný přístup do počítačové učebny ve škole, potažmo absence žákovských počítačů v odborné učebně biologie (17,6 % respondentů). Výše uvedené údaje naznačují, že by bylo vhodné pro podporu výuky bioinformatiky ve školách realizovat podobné kurzy pro středoškolské učitele biologie, jako je tomu v zahraničí (Wood & Gebhardt, 2013).

Za zajímavé zjištění také považujeme, že na jednom z gymnázií (Gymnázium, třída Kapitána Jaroše 14, Brno) je volitelný seminář „Molekulární biologie“ víceletý (od 2. do 4. ročníku). Výuka semináře má dlouhou tradici (od školního roku

2000/2001), přičemž od školního roku 2009/2010 je z předmětu „Molekulární biologie“ možné maturovat. Syllabus předmětu a maturitní témata zcela pokrývají současnou molekulární biologii, zastoupeno je všech deset analyzovaných tematických kategorií (Vařejka, 2012).

Skutečnost, že tyto školy nejsou schopny zařadit do běžné výuky celý rozsah učiva molekulární biologie, který považují pro rozvoj žakovských znalostí a dovedností v biologii za důležitý, může opět poukazovat na nedostatečnou ontodidaktickou transformaci obsahu biologie do kurikulárních dokumentů. Jak uvádí Papáček (2010):

„V případě vzdělávání v oblasti natolik dynamického oboru, jakým je biologie, je pak velmi užitečné alespoň kontrolně periodicky redefinovat standardy učiva pro 2. a 3. stupeň vzdělávání, a tím i periodicky zpřesňovat ŠVP a vyhodnocovat jejich akcenty.“ (Papáček, 2010: s. 39).

Je tedy otázkou, zda současná podoba biologického kurikula na gymnáziích, např. právě ve vztahu k molekulární biologii, plně reflektuje aktuální stav poznání v biologii jako vědním oboru a zda by nebylo vhodné ji revidovat.

4.1.3 VYUČOVACÍ PŘEDMĚTY CHEMIE A SEMINÁŘ Z CHEMIE

Výsledkem shlukové analýzy zastoupení učiva a očekávaných výstupů molekulárně biologických témat v jednotlivých ročnících předmětu chemie na gymnáziu je rozdělení souboru analyzovaných ŠVP ($n = 160$) do šesti shluků (viz tab. 5). Test nezávislosti (χ^2 test) pro kategoriální proměnné (1. až 4. ročník gymnázia) prokázal statisticky významné rozdíly mezi jejich četnostmi v jednotlivých shlucích ($p < 0,01$).

Tab. 5: Výsledky shlukové analýzy zastoupení molekulárně biologických témat v jednotlivých ročnících gymnázia v předmětu chemie (zdroj: autoři)

Číslo shluku	1. ročník	2. ročník	3. ročník	4. ročník	Počet ŠVP	Podíl z celkového počtu ŠVP
1	0	0	1	×	117	73,13 %
2	0	0	0	1	24	15,00 %
3	0	0	1	1	11	6,87 %
4	0	0	1	0	5	3,13 %
5	0	1	0	1	2	1,25 %
6	×	0	0	1	1	0,62 %

Vysvětlivky číselných kódů: 0 = v daném ročníku nejsou zastoupena témata z molekulární biologie; 1 = v daném ročníku jsou zastoupena témata z molekulární biologie; × = v daném ročníku není dle ŠVP zařazen předmět chemie

Výsledky shlukové analýzy ukazují, že ve většině případů jsou molekulárně biologická témata zařazena v osnovách předmětu chemie ve 3. ročníku studia (celkem 76,26 % ŠVP, součet četností ve shlucích 1 a 4) nebo ve 4. ročníku studia (celkem 15,62 % ŠVP, součet četností ve shlucích 2 a 6). V některých ŠVP (shluk 3; 6,87 % ŠVP) byla témata z molekulární biologie zařazena jak ve 3., tak ve 4. ročníku nebo ve 2. a 4. ročníku (shluk 5; 1,25 % ŠVP).

Téměř výhradně se tedy jedná o zařazení témat z molekulární biologie do posledního ročníku výuky chemie (více než 88 % analyzovaných ŠVP), což pravděpodobně souvisí s obsahovou návazností tematických okruhů obecná chemie, anorganická chemie, organická chemie a biochemie na úrovni RVP (RVP G, 2007: s. 29–31).

Také v případě chemie je výuka molekulárně biologické problematiky zařazena do volitelného předmětu seminář z chemie. Výsledkem shlukové analýzy zastoupení molekulární biologie v jednotlivých ročnících vyučovacího předmětu seminář z chemie je rozdělení souboru analyzovaných ŠVP pro volitelné předměty ($n = 108$) do osmi shluků (viz tab. 6). Test nezávislosti (χ^2 test) pro kategoriální proměnné (ročníky gymnázia s výukou volitelných seminářů) prokázal statisticky významné rozdíly mezi jejich četnostmi v jednotlivých shlucích ($p < 0,01$).

Tab. 6: Výsledky shlukové analýzy zastoupení molekulárně biologických témat v jednotlivých ročnících gymnázia v předmětu seminář z chemie (zdroj: autoři)

Číslo shluku	2. ročník	3. ročník	4. ročník	Počet ŠVP	Podíl z celkového počtu ŠVP
1	×	0	1	48	44,44 %
2	×	×	1	19	17,59 %
3	×	0	0	19	17,59 %
4	×	1	1	8	7,41 %
5	×	×	0	8	7,41 %
6	×	1	0	4	3,70 %
7	0	0	1	1	0,93 %
8	0	0	×	1	0,93 %

Vysvětlivky číselných kódů: 0 = v daném ročníku nejsou zastoupena témata z molekulární biologie; 1 = v daném ročníku jsou zastoupena témata z molekulární biologie; × = v daném ročníku není dle ŠVP zařazen předmět seminář z chemie

Ze zjištěných výsledků vyplývá, že většina škol má v osnovách ŠVP předmětu seminář z chemie okruhy témat z molekulární biologie (celkem 74,07 %, součet četností ve shlucích 1, 2, 4, 6 a 7). Tato témata jsou zařazena převážně ve 4. ročníku (viz shluky 1, 2 a 7). Přibližně čtvrtina ŠVP (25,93 %; součet četností ve shlucích 3, 5 a 8) učivo ani školní očekávané výstupy ve vztahu k molekulární biologii neobsahovala.

V rámci obsahové analýzy učiva a očekávaných výstupů jsme zjistili, že tematické zaměření je v předmětu chemie výrazně užší než v případě předmětu biologie. Učivo v osnovách ŠVP zahrnuje dva významné tematické okruhy. Prvním je téma nukleové kyseliny a bílkoviny, které bylo obsaženo v 97,5 % ze 160 analyzovaných ŠVP (ve čtyřech případech nebylo z formulace učiva a očekávaných výstupů zřejmé, zda je učivo ve výuce skutečně zařazeno). Druhým hlavním tématem je ústřední dogma molekulární biologie a genová exprese, které jsme zaznamenali v 65 % ŠVP.

Ve zbývajících 35 % ŠVP nebylo možné, vzhledem k obecnosti formulací učiva a očekávaných výstupů, objektivně určit, zda je toto téma ve výuce skutečně zařazeno (např. učivo „metabolismus přírodních látek“ nebo očekávaný výstup „žák charakterizuje hlavní metabolické procesy“). Tato skutečnost odráží podobně jako v případě biologie fakt, že při tvorbě daných ŠVP byly pouze přejaty formulace z RVP G nebo byly použity formulace velmi obecné. Kromě dvou výše uvedených témat bylo na úrovni učiva či očekávaných výstupů významněji zastoupeno téma mutace (8,12 % ŠVP). Ostatní témata nebyla zastoupena vůbec nebo jen v jed-

nom případě (regulace genové exprese, genové inženýrství). Také v osnovách ŠVP pro volitelný předmět seminář z chemie byla zastoupena témata nukleové kyseliny a bílkoviny (60,19 % ŠVP) a ústřední dogma molekulární biologie (40,74 % ŠVP), nicméně přibližně ve čtvrtině případů nebylo opět možné vzdělávací obsah předmětu objektivně kategorizovat (viz výše). Z ostatních tematických kategorií bylo ve dvou ŠVP zařazeno téma metody molekulární biologie, ostatní témata nebyla zařazena vůbec nebo jen v jednom případě.

V rámci obsahové analýzy ŠVP pro předměty chemie a seminář z chemie nebylo možné hodnotit tematické zaměření a četnost případných laboratorních cvičení z molekulární biologie, protože informace o tématech laboratorních cvičení obecně nebyly v naprosté většině ŠVP uváděny.

4.2 HODNOCENÍ POKROČILÝCH LABORATORNÍCH CVIČENÍ Z MOLEKULÁRNÍ BIOLOGIE ŽÁKY STŘEDNÍCH ŠKOL

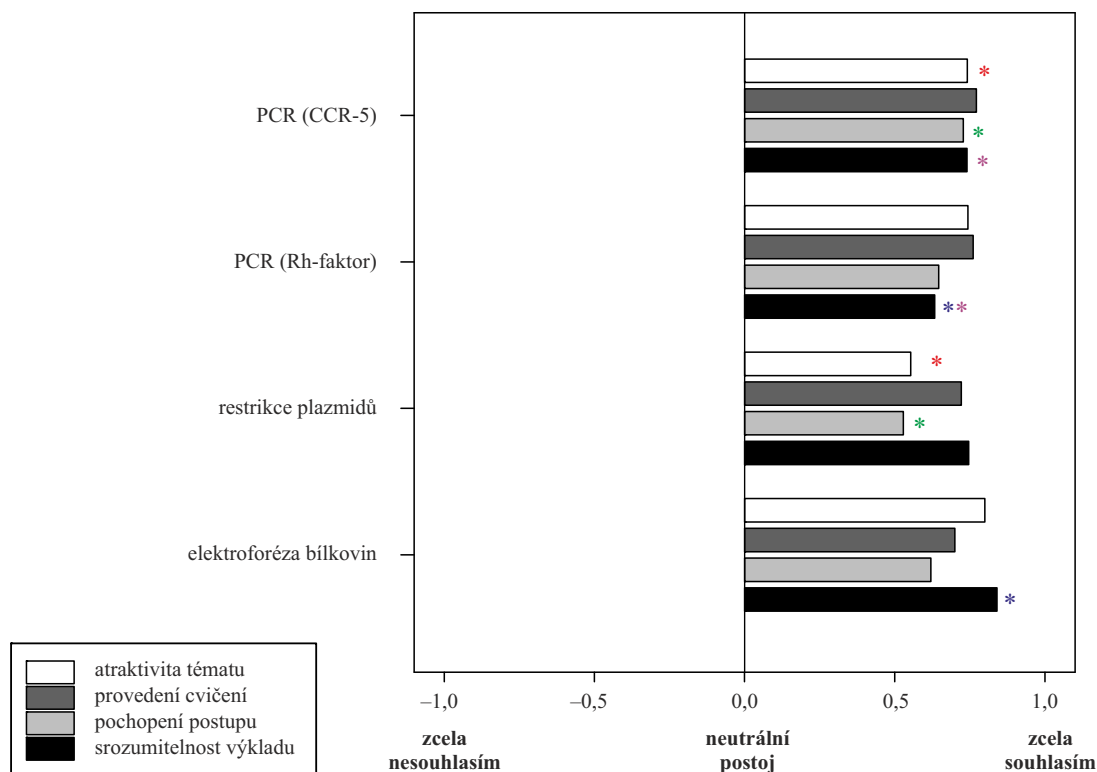
V letech 2011–2013 se jednoho z výše zmíněných laboratorních cvičení (viz kapitola 3.2) zúčastnilo přes 600 žáků středních škol. Z tohoto počtu celkem 466 žáků z 19 gymnázií a 3 středních škol (obory zdravotnické lyceum, zdravotní asistent a veterinářství) z různých krajů ČR (143 chlapců, 320 děvčat, 3 respondenti neoznámili pohlaví) vyplnilo reflektivní dotazník. Více jak polovina žáků ($n = 255$) byla ze čtvrtého ročníku, 200 žáků bylo ze třetího ročníku, 9 žáků z druhého ročníku a dva respondenti ročník studia neuvedli. Nejčastěji absolvované praktické cvičení bylo PCR CCR5 ($n = 206$ žáků), následované cvičeními restrikce plazmidů ($n = 122$ žáků) a PCR Rh-faktor ($n = 113$ žáků). Laboratorního cvičení zaměřeného na elektroforézu bílkovin se zúčastnilo 25 žáků. Na středních školách absolvovalo cvičení 284 žáků. Pro 82 z nich vedl laboratorní cvičení proškolený středoškolský učitel, zbylá cvičení vedl lektor UK PřF ($n = 202$ žáků). Vysokoškolský lektor vedl i cvičení provedená na UK PřF ($n = 182$ žáků). Všechna čtyři praktická cvičení byla na Likertově škále hodnocena v jednotlivých sledovaných parametrech vysoce pozitivně (viz tab. 7). Průměrné hodnoty hodnocení se pohybovaly v rozmezí 1 (zcela souhlasím) a 0,5 (částečně souhlasím), viz tab. 7 a graf 3.

V některých sledovaných parametrech byly u jednotlivých laboratorních cvičení zjištěny statisticky signifikantní rozdíly (viz graf 3). Pochopení kroků pracovního postupu a atraktivita tématu byly žáky vnímány hůře u cvičení zaměřeného na restrikci plazmidů v porovnání se cvičením PCR CCR5 (výsledek Tukeyova post-hoc testu: $p = 0,0003$).

Tab. 7: Hodnocení pokročilých laboratorních cvičení z molekulární biologie žáky středních škol (zdroj: autoři)

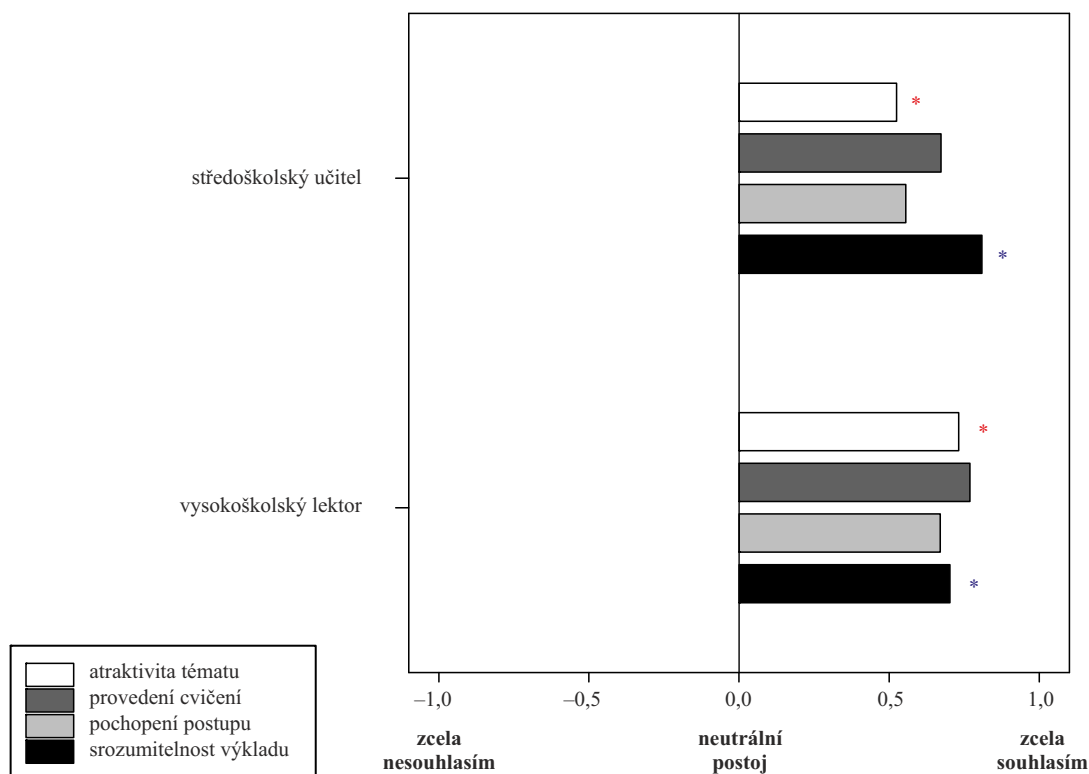
Laboratorní cvičení	Průměrné skóre hodnocení medián hodnocení			
	Atraktivita	Provedení	Pochopení	Srozumitelnost
PCR CCR5	0,74 0,5	0,77 1,0	0,73 0,5	0,74 0,5
PCR Rh-faktor	0,74 1,0	0,76 1,0	0,65 0,5	0,63 0,5
Restrikce plazmidů	0,55 1,0	0,72 1,0	0,53 0,5	0,75 0,5
Elektroforéza bílkovin	0,80 0,5	0,70 0,5	0,62 0,5	0,84 0,5

Vysvětlivky: Hodnocena byla atraktivita tématu, celkové provedení laboratorního cvičení, pochopení kroků laboratorního protokolu a srozumitelnost úvodního výkladu lektora (viz zkrácená označení sledovaných faktorů v záhlaví sloupců 2 až 5 tabulky). Hodnoty v tabulce udávají průměrné skóre hodnocení (první hodnota) a medián hodnocení (druhá hodnota).



Graf 3: Vliv typu laboratorního cvičení z molekulární biologie na žákovské hodnocení atraktivitu tématu, celkového provedení cvičení, pochopení kroků laboratorního postupu a srozumitelnosti úvodního výkladu lektora. Každý sloupec představuje průměrné hodnocení daného faktoru na Likertově škále. Signifikantní rozdíly mezi faktory, popsané v textové části, jsou označeny barevnými hvězdičkami

To může být dáno i tím, že při laboratorním cvičení zaměřeném na restrikci plazmidů měli žáci možnost zvolit si svoji kombinaci dostupných restrikčních enzymů, a tedy svůj způsob řešení. Na správnosti jejich volby závisela jejich úspěšnost. I když řada prací poukazuje na vhodnost dát žákům možnost volby postupu laboratorního cvičení, a vyučovat tedy podle zásad badatelsky orientované výuky (viz např. Costenson & Lawson, 1986; German, 1996; Papáček, 2010), žáci, kteří absolvovali badatelsky orientovanou výuku, mohou své laboratorní schopnosti hodnotit hůře než žáci, kteří stejné téma absolvovali podle tradičního způsobu výuky (Gormally et al., 2009). Je tedy možné, že vyšší požadavky na návrh vlastního řešení úlohy (výběr restrikčních enzymů) negativně ovlivnily bezprostřední hodnocení laboratorních cvičení. Je potřeba uvažovat i další možné příčiny tohoto rozdílu v hodnocení laboratorních cvičení, jako například možnou rozdílnou úroveň ontodidaktické transformace obsahu, správnost volby cílů a prostředků k jejich dosažení. Jak shrnuje van den Berg (2013), tyto faktory mají na dosažení vzdělávacího cíle zásadní vliv. Tyto případné rozdíly jsme minimalizovali tím, že se na přípravě cvičení podíleli titíž odborníci a všechna laboratorní cvičení byla pilotně ověřena. V hodnocení celkového provedení cvičení (logická návaznost kroků) nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly. Srozumitelnost úvodního výkladu lektora byla signifikantně nižší u cvičení PCR Rh-faktor v porovnání se cvičeními PCR CCR ($p = 0,01$) a elektroforéza bílkovin ($p = 0,008$), jak je zřejmé z grafu 3. Hodnocení srozumitelnosti úvodního výkladu lektora se lišilo i mezi žáky třetího a čtvrtého ročníku ($p = 0,004$), přičemž nové teorii více rozuměli žáci čtvrtého ročníku. To lze vysvětlit tím, že cvičení PCR Rh-faktor nejvíce absolvovali žáci třetího ročníku pod vedením vysokoškolského lektora (viz dále), přičemž se tito žáci v běžné výuce ještě nesetkali se základy molekulární



Graf 4: Vliv vyučujícího na žákovské hodnocení molekulárně biologických laboratorních cvičení. Každý sloupec představuje průměrné hodnocení daného faktoru na Likertově škále. Signifikantní rozdíly mezi faktory, popsané v textové části, jsou označeny barevnými hvězdičkami

biologie a genetiky ani s problematikou krevních skupin v rámci biologie člověka. Můžeme tedy vyvodit doporučení, aby molekulárně biologická laboratorní cvičení žáci absolvovali až po teoretickém úvodu ve výuce biologie. Ostatní hodnocené faktory se mezi ročníky statisticky významně nelišily (pochopení kroků laboratorního postupu: $p = 0,30$; celkové provedení laboratorního cvičení: $p = 0,93$; atraktivita tématu: $p = 0,76$). V hodnocení laboratorních cvičení nebyl statisticky významný rozdíl mezi chlapci a děvčaty v žádném ze sledovaných parametrů ($p = 0,1$). Laboratorní cvičení byla hodnocena signifikantně rozdílně ve všech čtyřech faktorech v závislosti na místě provedení cvičení (střední škola vs. UK PřF). Pokud byla cvičení provedena na UK PřF, byla hodnocena jako lépe srozumitelná (výsledek Tukeyova post-hoc testu: $p = 0,001$), žáci lépe chápali kroky laboratorního postupu ($p = 0,01$), lépe hodnotili celkové provedení cvičení ($p = 0,007$) a celkovou atraktivitu tématu ($p = 0,0004$). Je možné, že na žáky pozitivně působilo vysokoškolské prostředí a více cvičení „prožívali“, protože probíhala v jiném kontextu. Průměrné hodnoty se pohybovaly v rozmezí 1 (zcela souhlasím) a 0,5 (částečně souhlasím).

Osoba vyučujícího, tj. středoškolský učitel či vysokoškolský lektor, ovlivnila hodnocení některých aspektů vnímání laboratorního cvičení. Statisticky významný rozdíl nebyl zjištěn v míře pochopení kroků laboratorního postupu ani celkovém provedení laboratorního cvičení. Ve zbylých charakteristikách byly rozdíly statisticky signifikantní. Pokud vedl laboratorní cvičení středoškolský učitel, žáci lépe hodnotili srozumitelnost úvodního výkladu ($p = 0,004$), naopak atraktivita cvičení byla hodnocena lépe pod vedením vysokoškolského lektora ($p = 0,0004$), viz graf 4. Nabízí se vysvětlení, že úvodní výklad středoškolského učitele byl hodnocen jako srozumitelnější, protože učitel přesně věděl, na které znalosti může navázat a odkázat.

Zároveň, jak bylo zmíněno výše, lektor vedl cvičení PCR Rh-faktor pro třetí ročníky, ve kterých neměli žáci základní znalosti molekulární biologie. Další faktor, který toto hodnocení mohl ovlivnit, je, že středoškolští učitelé nevedli všechny typy laboratorních cvičení, ale pouze restrikci plazmidů, u které byla atraktivita cvičení nejnižší, a elektroforézu bílkovin. To bylo dáno možnostmi provedení laboratorních cvičení pod vedením učitelů.

Zajímavým zjištěním je, že tři nejpřínosnější aspekty laboratorních cvičení žáci zároveň hodnotili jako nejzajímavější (sestupně: nové metody; vlastní výsledek cvičení; získání nových informací), stejně tak tři nejméně přínosné faktory byly zároveň vnímány jako nejméně zajímavé (sestupně: nic, tj. vše bylo zajímavé/přínosné; časová náročnost cvičení; jiné odpovědi), viz tab. 8. Žáci nejkładněji hodnotili možnost vyzkoušet si v praxi laboratorní metody, o kterých dosud slyšeli jen teoreticky. Většina respondentů neuvedla žádný negativní aspekt, nejčastěji byla záporně hodnocena časová náročnost cvičení (zhruba čtyři hodiny). Pokud byl výsledek cvičení zmíněn jako negativní aspekt, bylo to proto, že tito respondenti nemohli výsledek laboratorních cvičení jednoznačně vyhodnotit.

Tab. 8: Četnosti odpovědí žáků na otázky zjišťující nejvíce a nejméně přínosné, resp. nejvíce a nejméně zajímavé, aspekty laboratorních cvičení. Buňky tabulky, obsahující tři nejčtetnější kategorie pro každou otázku, jsou podbarveny šedě

Kategorie	Četnost nejpřínosnější	Četnost nejméně přínosné	Četnost nejzajímavější	Četnost nejméně zajímavé
(1) nové metody, nové přístroje, praktické vyzkoušení úlohy	153	25	214	27
(2) vlastní výsledek cvičení	119	15	113	8
(3) získání nových informací	116	31	49	43
(4) nic/chybějící odpověď	40	274	45	262
(5) časová náročnost cvičení	0	54	0	54
(6) vše/celé cvičení	22	1	24	0
(7) možnost uplatnit vlastní návrhy postupu	4	2	8	2
(8) složitost/náročnost cvičení	0	18	0	16
(9) jiné odpovědi	12	46	13	54

Poznámka: úplné znění posuzovaných kategorií – viz kapitola 3.2.

V porovnání s běžnými laboratorními cvičeními ve škole 421 žáků více bavilo molekulárně biologické cvičení. Většina uvedla, že hlavním důvodem byla možnost vyzkoušet si práci s vybavením, které ve škole nemají k dispozici. Méně často se vyskytly důvody jiný vyučující a prostředí vysoké školy. Zbytek žáků ($n = 45$)

uvedl, že je absolvované laboratorní cvičení bavilo srovnatelně se cvičeními ve škole. Žádného z žáků nebavilo toto cvičení méně než běžné cvičení ve škole.

Jak poukazují Franke & Bogner (2011) a Scharfenberg & Bogner (2013a,b), správně provedená laboratorní cvičení z molekulární biologie mohou pomoci pochopení obsahu i napravení miskoncepce žáků. Tato skutečnost, spolu s vysoce pozitivním vnímáním pokročilých laboratorních cvičení z molekulární biologie, výrazně podporuje zařazování tohoto typu cvičení jako doplněk běžné středoškolské výuky biologie.

5 ZÁVĚR

V této studii bylo ukázáno, že v povinných předmětech biologie a chemie většinou nejsou pokryty některé zásadní tematické kategorie molekulární biologie a ŠVP jednotlivých škol se v zastoupení těchto témat značně liší. Navíc výuka probíhá převážně izolovaně, nejčastěji v posledním ročníku povinné výuky biologie. Pokud je v nabídce volitelných seminářů možnost semináře zaměřeného na molekulární biologii, je o něj mezi žáky velký zájem. V rámci možnosti rozšíření výuky molekulární biologie byla středoškolským učitelům ze strany UK PřF nabídnuta možnost absolvovat se žáky laboratorní cvičení z molekulární biologie. Tato cvičení byla žáky hodnocena jako atraktivní, dobře provedená s pochopitelným postupem a doprovázená srozumitelným úvodním výkladem. Pokud proběhla na půdě vysoké školy, byla hodnocena pozitivněji než když proběhla na střední škole. To, zda cvičení vedl vysokoškolský lektor nebo středoškolský učitel, mělo vliv na hodnocení atraktivity (vyšší pod vedením lektora) a srozumitelnosti úvodního výkladu (vyšší pod vedením středoškolského učitele). Výsledky naší studie ukázaly, že provedená praktická cvičení z molekulární biologie byla žáky vnímána jako atraktivní a srozumitelná.

Na základě zjištěných skutečností se domníváme, že by bylo vhodné zahájit odbornou diskuzi o současné podobě vzdělávacího obsahu vyučovacího předmětu biologie na gymnáziích na úrovni státních kurikulárních dokumentů (Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia). Jsme přesvědčeni, že současná obsahová podoba biologického kurikula na gymnáziu (například vzhledem k postavení molekulární biologie v kurikulu) plně neodráží současný stav poznání v biologii jako vědním oboru a neodpovídá v některých aspektech potřebám společenské praxe.

PODĚKOVÁNÍ

Autoři příspěvku by na tomto místě chtěli poděkovat RNDr. Olze Vránové, Ph.D., a RNDr. Davidu Kopeckému, Ph.D., za podnětné připomínky k systému kategorií pro hodnocení vzdělávacího obsahu molekulární biologie na úrovni ŠVP gymnázií a Stevenu Morrisovi, M.A., za revizi anglické verze abstraktu. Velký dík patří také RNDr. Pavlu Vařejkovi za poskytnutí detailních informací a materiálů týkajících se volitelného semináře „Molekulární biologie“ na Gymnáziu Brno, třída Kápitána Jaroše 14.

Príspevek byl zpracován v rámci řešení grantových projektů OPVK CZ.1.07/2.3.00/20.0166 „Centrum teorie vzdělávání přírodovědných oborů“, IGA_PdF_2014019 a GAUK 1168214.

Oba autoři se na zpracování příspěvku podíleli ve stejné míře.

LITERATURA

- Adresář škol a školských zařízení – revize 121203* (2014). Praha: Ministerstvo mládeže, školství a tělovýchovy a Ústav pro informace ve vzdělávání. Dostupné z <http://stistko.uiv.cz/registr/vybskolrn.asp>
- Balgopal, M. & Bondy, C. (2011). Antigenic shift and drift. *Science Teacher*, 78(2), 42–46.
- Ben-Nun, B. S., Stolarsky, M. & Yarden, A. (2009). Learning molecular genetics in teacher-led outreach laboratories. *Journal of Biological Education*, 44(1), 19–25.
- Bowling, B., Zimmer, E. & Pyatt, R. E. (2014). Bringing next-generation sequencing into the classroom through a comparison of molecular biology techniques. *The American Biology Teacher*, 76(6), 396–401.
- Byrd, J. J. (2000). Teaching outside the (cereal) box: a molecular genetics activity. *The American Biology Teacher*, 62(7), 508–511.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. New York: Routledge.
- Costenson, K. & Lawson, A. E. (1986). Why isn't inquiry used in more classrooms? *The American Biology Teacher*, 48(3), 150–158.
- Donovan, J. & Venville, G. (2005). A concrete model for teaching about genes and DNA to young students. *Teaching Science*, 51(4), 29–31.
- Drits-Esser, D., Malone, M., Barber, N. C. & Stark, L. A. (2014). Beyond the central dogma. *The American Biology Teacher*, 76(6), 365–369.
- Falteisek, L., Černý, J. & Janštová, V. (2013). Simplified technique to evaluate human CCR5 genetic polymorphism. *The American Biology Teacher*, 75(9), 704–707.
- Franke, G. & Bogner, F. X. (2011). Conceptual change in students' molecular biology education: tilting at wind mills? *Journal of Educational Research*, 104(1), 7–18.
- Gavora, P. (2010). *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido.
- Gallagher, S. R., Coon, W., Donley, K., Scott, A. & Goldberg, D. S. (2011). A First attempt to bring computational biology into advanced high school biology classrooms. *PLoS Computational Biology*, 7(10), e1002244.
- Gelbart, H., Brill, G. & Yarden, A. (2009). The impact of a web-based research simulation in bioinformatics on students' understanding of genetics. *Research in Science Education*, 39(5), 725–751.
- Gelbart, H. & Yarden, A. (2006). Learning genetics through an authentic research simulation in bioinformatics. *Journal of Biological Education*, 40(3), 107–112.
- German, P. J. (1996). Analysis of nine school biology laboratory manuals: promoting scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(5), 475–499.
- Gormally, C., Brickman, P., Hallar, B. & Armstrong, N. (2009). Effects of inquiry-based learning on students' science literacy skills and confidence. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3(2), 1–22.
- Imperial, S. & Boronat, A. (2005). Determination of the Rh factor: a practical illustrating the use of the polymerase chain reaction. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 33(1), 50–53.

- Janík, T., Knecht, P., Najvar, P., Pavlas, T., Slavík, J. & Solníčka, D. (2010a). *Kurikulární reforma na gymnáziích v rozhovorech s koordinátory pilotních a partnerských škol*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze.
- Janík, T., Janko, T., Knecht, P., Kubiátko, M., Najvar, P., Pavlas, T., Slavík, J., Solníčka, D. & Vlčková, K. (2010b). *Kurikulární reforma na gymnáziích – výsledky dotazníkového šetření*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze.
- Janík, T. & Slavík, J. (2007). Vztah obor–vyučovací předmět jako metodologický problém. *Orbis scholae*, 2(1), 54–66.
- Janštová, V., Pavlasová, L. & Černý, J. (2014). Inquiry based practical course focused on proteins. In Rusek, M. & Stárková, D. (Eds.). *Projektové vyučování v přírodovědných předmětech*. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze.
- Kidman, G. (2008). Biotechnology education: topics of interest to students and teachers. In Hamman, M., Reiss, M., Boulter, C. & Tunnicliffe, S. D. (Eds.). *Biology in context: learning and teaching for the twenty-first century*. London: Institute of Education, University of London.
- Kočárek, E. (2004). *Genetika*. Praha: Scientia.
- Lewis, J. & Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance — do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22(2), 177–195.
- Malacinski, G. M. & Zell, P. W. (1996). Manipulating the “invisible”: learning molecular biology using inexpensive models. *The American Biology Teacher*, 58(7), 428–432.
- Miller, K. R. & Levine, J. S. (2010). *Biology (student edition)*. Boston: Pearson Education, Inc.
- Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky (1999). *Učební dokumenty pro gymnázia*. Praha: Nakladatelství Fortuna.
- National Committee on Science Education Standards and Assessment (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D. C.: National Research Council, National Academy Press.
- Nurse, P. (2003). The great ideas of biology. *Clinical Medicine*, 3(6), 560–568.
- Offner, S. & Pohlman, R. F. (2010). Visualizing proteins & their Evolution. *The American Biology Teacher*, 72(6), 373–376.
- Ondřej, V. & Dvořák, P. (2012). Bioinformatics: A history of evolution “in silico”. *Journal of Biological Education*, 46(4), 252–259.
- Papáček, M. (2010). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*, 1(1), 33–49.
- Rámcový vzdělávací program pro gymnázia* (2007). Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze. Dostupné z http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf
- Rejstřík škol a školských zařízení – verze 2.39* (2014). Praha: Ministerstvo mládeže, školství a tělovýchovy. Dostupné z <http://rejskol.msmt.cz/>
- Scharfenberg, F. J. & Bogner, F. X. (2013a). Instructional efficiency of tutoring in an outreach gene technology laboratory. *Research in Science Education*, 43(3), 1 267–1 288.
- Scharfenberg, F. J. & Bogner, F. X. (2013b). Teaching gene technology in an outreach lab: students’ assigned cognitive load clusters and the clusters’ relationships to learner

- characteristics, laboratory variables, and cognitive achievement. *Research in Science Education*, 43(1), 141–161.
- Srinivasan (1998). Exploring the limitations of the ‘DNA as a videotape’ analogy. *Journal of Biological Education*, 33(1), 42–44.
- Šmarda, J. (2003). *Genetika pro gymnázia*. Praha: Nakladatelství Fortuna.
- Tsui, C.-Y. & Treagust, D. (2003). Learning genetics with computer dragons. *Journal of Biological Education*, 37(2), 96–98.
- Tsui, C.-Y. & Treagust, D. (2007). Understanding genetics: Analysis of secondary students’ conceptual status. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 205–235.
- van den Berg, E. (2013). Didaktická znalost obsahu v laboratorní výuce: od práce s přístroji k práci s myšlenkami. *Scientia in educatione*, 4(2), 74–92.
- Vařejka, P. (2012). *Maturitní témata z molekulární biologie*. Brno: Gymnázium, třída Kapitána Jaroše 14.
- Venville, G. & Donovan, J. (2006). Analogies for life: a subjective view of analogies and metaphors used to teach about genes and DNA. *Teaching Science: The Journal of the Australian Science Teachers Association*, 52(1), 18–22.
- Vidal, M. (2009). A unifying view of 21st century systems biology. *FEBS Letters*, 583(24), 3 891–3 894.
- Wefer, S. H. & Anderson, O. R. (2008). Identification of students’ content mastery and cognitive and affective percepts of a bioinformatics miniunit: a case study with recommendations for teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 19(4), 355–373.
- Wefer, S. H. & Sheppard, K. (2008). Bioinformatics in high school biology curricula: a study of state science standards. *CBE-Life Sciences Education*, 7(1), 155–162.
- Wood, L. & Gebhardt, P. (2013). Bioinformatics goes to school – new avenues for teaching contemporary biology. *PLoS Computational Biology*, 9(6), e1003089.
- Woody, S. & Himelblau, E. (2013). Understanding & teaching genetics using analogies. *The American Biology Teacher*, 75(9), 664–669.
- Platnost všech internetových odkazů uvedených v seznamu literatury byla ověřena autory příspěvku ke dni 20. lednu 2015.

VANDA JANŠTOVÁ, vanda.janstova@natur.cuni.cz
Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta
Katedra učitelství a didaktiky biologie
Viničná 7, 128 43 Praha 2, Česká republika
Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta
Katedra biologie a environmentálních studií
M. D. Rettigové 4, 116 39 Praha 1, Česká republika

MARTIN JÁČ, martin.jac@upol.cz
Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta
Katedra biologie
Purkrabská 2, 779 00 Olomouc, Česká republika

Termín „evoluce“ a jeho vymezení a použití v českých a britských učebnicích přírodopisu a biologie

Lucie Müllerová

Abstrakt

Studium evoluce a evolučních mechanismů zahrnuje několik odlišných přístupů a v důsledku toho je pojem evoluce definován různými způsoby nebo je zaměňován s jinými pojmy, jako například přírodní výběr nebo Darwinova teorie. Diference v užívání daných pojmů však může vést z hlediska vzdělávání k mnohým miskoncepcím. Proto je vhodné ověřit, zda učebnice žákům poskytují prostor se v dané problematice orientovat.

Předmětem výzkumu jsou pojmy „evoluce“, „evoluční teorie“, „biologická evoluce“, „Darwinova teorie“ a „přírodní výběr“ vyskytující se v českých a britských učebnicích přírodopisu a biologie. Do výzkumu je zahrnuto celkem 32 učebnic. Hlavním cílem je určení četnosti uvedených pojmů v učebnicích a následně prostřednictvím obsahové analýzy definic porovnání konkrétních předem stanovených výrazů v dané definici. Definice pojmů „evoluce“, „evoluční teorie“ a „biologická evoluce“ jsou dále konfrontovány s obsahem definic evolučních biologů, a zároveň je za pomoci hierarchické shlukové analýzy znázorněna jejich vzájemná podobnost.

Výsledky výzkumu ukazují, že v českých učebnicích se nejčastěji vyskytuje pojem „Darwinova teorie“ a v britských učebnicích pojem „přírodní výběr“. Z hlediska podobnosti definic zkoumaných pojmů je zjištěno, že definice „evoluce“, „biologická evoluce“ a „evoluční teorie“ jsou v českých i britských učebnicích poměrně různorodé na rozdíl od definic evolučních biologů, kde jsou přes určitou variabilitu obsahy definic nápadně podobnější. Na základě obsahové analýzy jsou shrnuty a představeny takové výrazy, které se zdají zásadní pro porozumění dané definici či takové, které se mohou jevit jako určitý faktor ovlivňující vznik žákovských miskoncepcí. V případě definic pojmu „evoluce“ je zjištěno, že české učebnice vystihují „evoluci“ většinou jako „vývoj organismů“ nebo „vznik nových druhů“. Britské učebnice obsahují především „změnu organismů v průběhu času“ a definice evolučních biologů zahrnují nejčastěji „změnu genů v populaci“.

Klíčová slova: evoluce, přírodní výběr, Darwinova teorie, učebnice.

The Term “Evolution” and its Definition and Use in Czech and British Textbooks of Science and Biology

Abstract

The study of evolution and evolutionary mechanisms includes several different approaches. Consequently the concept of evolution is defined in different ways, or is confused with other concepts, such as natural selection or Darwin’s theory. Differences in the use of the terms may result in misconceptions. Therefore, it is necessary to find out, whether textbooks provide space for pupils to orient themselves in the definition of evolution.

The research is focused on the occurrence of terms “evolution”, “evolutionary theory”, “biological evolution”, “Darwin’s theory” and “natural selection” in Czech and British textbooks of Science and Biology. There are 32 textbooks included in the survey. The main objective is to determine the frequency of terms mentioned above and subsequently through the content analysis of the definitions to compare the differences in the occurrence of specific predetermined terms. Definition of terms “evolution”, “evolutionary theory” and “biological evolution” are also confronted with the contents of definitions of evolutionary biologists, and their mutual similarity is demonstrated via a hierarchical cluster analysis.

The research results indicate that in the Czech textbooks the most prevalent term is “Darwin’s theory” while in British textbooks it is “natural selection”. It has been found that the definitions of “evolution”, “biological evolution” and “evolutionary theory” are quite varied in Czech and British textbooks. Definitions of evolutionary biologists, despite of some variability, are strikingly more similar. Based on the content analysis, such notions are summarized and presented, that seem essential for the understanding of the definition or those that may appear to be a factor influencing the emergence of a pupil’s *misconceptions*. For the definitions of the term “evolution” it is found, that the Czech textbooks describe the “evolution” mostly as “the development of organisms” or “the origin of new species”. British textbooks primarily contain “change of organisms over time”, and the definition of evolutionary biologists usually involves “changing the genes in the population”.

Key words: evolution, natural selection, Darwin’s theory, textbook.

1 ÚVOD

Pojem „evoluce“ je vnímán různými způsoby. Můžeme říci, že již od svého vzniku prochází určitým *vývojem* jak ve smyslu významu, tak jeho užití. Evoluční biolog S. J. Gould (2002) pojednává o aplikaci slova evoluce ve středoškolských učebnicích biologie a uvádí, že ještě v 50. letech 20. století se v učebnici biologie pojem „evoluce“ nevyskytoval a místo něj byl použit termín „hypotéza rasového vývoje“, angl. *the hypothesis of racial development* (Gould, 2002). Dále zdůrazňuje, že evoluce je základním termínem, který by měl být v učebnicích biologie řádně objasněn. Skutečnost, že evoluce má v učebnicích významnou roli, potvrzuje i výzkum D. E. Moodyho (1996), který zobrazuje značný nárůst výskytu pojmu „evoluce“ a pojmu „přírodní výběr“ v učebnicích biologie vydaných od roku 1990 (Moody, 1996).

Zabýváme-li se však historií a výskytem pojmu „evoluce“, je důležité zdůraznit, že sám Ch. R. Darwin (1859) slovo evoluce nepoužíval, nikoli však z důvodu kompromisu či obav, ale proto, že daný pojem měl za dob Darwina trochu odlišný význam. Slovo „evoluce“ je původně odvozeno z latinského slova *evolvere*¹, kde doslovně znamená „rozvinout, rozbalit“, a svým způsobem v sobě zahrnuje směrovost a předvídatelnost, které, jak Darwin argumentoval, nejsou součástí popsaného mechanismu přírodního výběru (Darwin, 1859). Pre-darwinovské názory týkající se změny živých organismů v průběhu času se pojily spíše se slovem „transformace“, každopádně i v něm byl zahrnut určitý progresivní směr, tzn. od jednoduchého ke složitějšímu, od moře na souš atp. (Gould, 2002). Darwinem popsaný mechanismus přírodního výběru však znamenal lepší adaptaci na místní podmínky prostřednictvím procesu, který zahrnoval náhodné komponenty a výslovně nezahrnoval sílu udávající směr (Darwin, 1859). Darwin tedy místo pojmu „evoluce“ užíval spojení „modifikace uzpůsobením“ angl. *descent with modification* (Darwin, 1859: s. 331). Později přírodovědec H. Spencer (1862) aplikoval pojem evoluce jako obecný termín při popisu Darwinovy teorie. Ačkoli se tedy etymologie slova evoluce původně neshodovala s Darwinovým popisem, začal se tento pojem běžně užívat a ve své podstatě se jeho význam modifikoval.

Na počátku minulého století W. Ostwald (1910) anticipoval, že proces evoluce ve svém komplexním smyslu zahrnuje hlavní fáze, během kterých se evoluce projevuje různými způsoby, tzv. evoluce anorganická (chemická); organická (biologická) a kulturní (kulturně-sociální). Na tuto skutečnost později ukázal i J. Huxley (1953).

Darwinova evoluční teorie spadá do tzv. biologické evoluce, jelikož se týká pouze živých organismů. Zpočátku ale nebylo třeba tuto kategorii biologické evoluce vyčleňovat, jelikož pojem evoluce byl spojován výhradně s evolucí živých forem. Později se však vědci začali zabývat otázkou, zda i vznik první živé formy mohl vzniknout postupně „evolucí“ z původně neživých látek (Oparin, 1938; Miller, 1953). Ovšem v takovém případě není možné vykládat evoluci principem přírodního výběru, jelikož anorganické látky neusilují o „život“ ani si nekonkurují stejným způsobem jako živé organismy. Přesto se závěry chemické evoluce začaly spojovat s Darwinovou teorií (např. Zillmer, 1998).

Samotný termín „evoluce“ bývá také někdy zaměňován s pojmem „přírodní výběr“, což zdůrazňoval již R. A. Fisher (1930) ve 30. letech 20. století: „Přírodní výběr není evoluce. Avšak od chvíle, co se tyto dva pojmy začaly běžně užívat, byla teorie evoluce objasňována pomocí teorie přírodního výběru, tak jak ji předložil Darwin

¹Merriam-Webster. Dostupné z <http://www.merriam-webster.com/dictionary/evolution>

a Wallace. To mělo neblahý následek v tom, že samotné teorii přírodního výběru jako takové nebyla věnována dostatečná pozornost“ (Fisher, 1930: s. 11).

Podle H. F. Osborna (1918) přerostla evoluce hodnotou teorie a získala pozici přírodní zákonitosti (Osborn, 1918). Někteří evoluční biologové poznamenávají, že evoluce je faktem i teorií (např. Lenski, 2000; Gould, 1981), přičemž fakta a teorie jsou dvě rozdílné skutečnosti. S. J. Gould (1981) uvádí, že fakta označují data pozorovatelná ve světě, kdežto teorie jsou struktury myšlenek, které daná fakta vysvětlují a interpretují (Gould, 1981). Na základě toho bychom měli sledovat určité odlišnosti mezi pojmy „evoluce“ a „evoluční teorie“. Jakkoli jsou v uvedených formulacích na první pohled rozdílnosti nepatrné, jejich význam z hlediska porozumění může být dalekosáhlý. Například v situaci, kdy vědecké výzkumy zpochybňují určitou „evoluční teorii“, není explicitně dáno, že je zpochybňována i „evoluce“. R. E. Lenski (2000) objasňuje, že organismy se během procesu vývoje života na Zemi mění, což je nesporným faktem. Biologové a paleontologové pak identifikují a zkoumají vývojové mechanismy, kterými mohou hlavní příčiny těchto změn vysvětlit, tedy interpretují různé teorie (Lenski, 2000). V zásadě už Ch. R. Darwin ve své knize „Vzniku druhů“² popisuje jak fakt evoluce, tak teorii jejího mechanismu, tzn. uvádí, že druhy nebyly stvořeny samostatně, ale vznikly postupně v důsledku změn, a zároveň dokládá, že hlavním iniciátorem těchto změn je přírodní výběr (Darwin, 1859; Darwin, 1871: s. 152–153).

Zajímavý postřeh ohledně deskripce evoluce uvedl T. Dobzhansky (1970), když píše: „Evolucionisté v 19. století přednostně dokumentovali, že k evoluci dochází. Jelikož uspěli a dnes již mezi vědci i obeznámenou veřejností není pochyb o tom, že se v historii Země objevuje evoluce, začalo se na ni nahlížet dvěma různými způsoby. První se soustřeďoval na rozluštění skutečné evoluční historie, tzn. fylogenezi různých skupin živočichů a rostlin... Druhý přístup zdůrazňoval studium mechanismů vedoucích k evoluci a zabýval se spíše kauzálními než historickými aspekty“ (Dobzhansky, 1970: s. 28). K. S. Thomson (1982) poznamenává, že pojem evoluce zahrnuje přinejmenším tři rozdílné obsahy, tj. obecný význam změny v čase; původ všech živých forem ze společného předka a příčiny a mechanismy procesu změn.

V důsledku uvedených odlišných přístupů a obsahů slova „evoluce“ lze předpokládat, že pojem „evoluce“ bývá definován různými způsoby, což potvrzuje i výzkum analyzující definice evoluce v učebnicích antropologie (White et al., 2009). Dále může být pojem „evoluce“ zaměňován s jinými pojmy, jako je „přírodní výběr“ nebo „Darwinova teorie“³. Pro správné porozumění je však žádoucí vymezovat u zmíněných pojmů konkrétní rozdíly. Některé studie a výzkumy ukazují na skutečnost, že difference v užívání určitých termínů může vést u žáků, zejména v oblasti pochopení evoluce a evolučních mechanismů, k mnohým miskonceptům (Mead & Scott, 2010a, 2010b; Rector et al., 2013). Předpokládáme-li, že se žáci s objasněním významu evoluce setkávají na školách, je namístě ověřit, nakolik jim učebnice poskytují prostor se v dané problematice orientovat. Vzhledem k tomu, že kolébkou evoluční teorie je Velká Británie, respektive Anglie a Skotsko, kde Ch. R. Darwin působil, je vhodné zahrnout do výzkumu i anglické a skotské učebnice, jelikož taková komparace může přinést zajímavé výsledky.

²Zkrácený název „Origin of species“ bývá většinou překládán „O původu druhů“. V textu je však akceptován nejnovější český překlad z roku 2006, který pracuje s názvem „Vznik druhů“ (Darwin 1871/2006).

³Pojmem „Darwinova teorie“ je vždy míněna „Darwinova teorie evoluce“.

2 CÍL VÝZKUMU A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

Hlavním cílem výzkumu je určení četnosti zastoupení a obsah definic pojmů „evoluce“, „evoluční teorie“, „biologická evoluce“, „Darwinova evoluční teorie“ a „přírodní výběr“, které se vyskytují v českých a britských učebnicích přírodopisu a biologie. Následně jsou konfrontovány analyzované definice pojmů „evoluce“, „evoluční teorie“ a „biologické evoluce“ s obsahem definic evolučních biologů a ověřeny jejich vzájemné podobnosti.

Výzkumné otázky: Hlavním předmětem analýzy jsou definice pojmů „evoluce“, „evoluční teorie“, „biologická evoluce“, „Darwinova teorie“ a „přírodní výběr“.

- a) Rozlišují české a britské učebnice jednotlivé pojmy?
- b) S jakými výrazy se pojí výklad jednotlivých definic v českých a britských učebnicích?
- c) S jakými výrazy se pojí definice biologické evoluce či evoluce vyjádřená evolučními biology?

3 METODIKA VÝZKUMU

Celkový výzkum je rozdělen do tří hlavních částí. V první řadě je zaznamenáváno, jestli se v učebnicích vyskytují pojmy „evoluce“, „evoluční teorie“, „biologická evoluce“, „Darwinova teorie“ a „přírodní výběr“. Dále je analyzován obsah definic všech sledovaných pojmů. Nakonec je pomocí shlukové analýzy porovnávána podobnost definic „evoluce“, „evoluční teorie“ a „biologické evoluce“ s definicemi evolučních biologů.

Předmětem výzkumu byly učebnice přírodopisu a biologie, které obsahují tematiku evoluce. Jak v České republice, tak ve Velké Británii se evoluční problematice věnují učebnice jen v určitém ročníku nebo daném tematickém bloku vzdělávání, a právě takové učebnice byly analyzovány. V České republice se jednalo o výběr nejpožívanějších učebnic, což bylo zjištěno na základě předběžného výzkumu (Müllerová, in prep.). Ve Velké Británii byl výběr učebnic uskutečněn náhodně z aktuálně dostupných a prodávaných publikací. V Anglii, kde je zastoupení učebnic výrazně vyšší oproti Skotsku, byly do výzkumu přednostně zahrnuty takové učebnice, které náleží nejvíce rozšířeným zkušební komisím⁴, tzn. AQA, OCR a Edexcel. Ve Skotsku existuje jediná zkušební komise, tj. SQA (*Scottish Qualifications Authority*), do výzkumu tak byly vybrány volně dostupné učebnice odpovídající právě jejich požadavkům. Celkem bylo analyzováno 32 učebnic přírodopisu a biologie – 16 českých a 16 britských, respektive 10 českých učebnic pro nižší gymnázia nebo základní školy a 6 českých učebnic pro vyšší gymnázia či střední školy, dále 8 britských učebnic úrovně GCSE, které jsou analogické učebnicím nižšího gymnázia nebo druhému stupni základních škol a 8 učebnic určených pro A-level stupeň, odpovídající učebnicím vyššího gymnázia a středních škol. Souhrnný seznam zahrnutých učebnic je uveden v tabulce 1. Pro přehlednější statistické zpracování byl jednotlivým učebnicím přiřazen specifický kód.

⁴V Anglii, Walesu a Severním Irsku existuje pět hlavních zkušebních komisí (*examination boards*). Školy si v rámci předmětů z daných komisí volně vybírají. Každá ze zkušebních komisí má vydavatelského „partnera“ a publikuje učebnice. Mezi nejrozšířenější zkušební komise v Anglii patří AQA (*Assessment and Qualifications Alliance*), OCR (*Oxford, Cambridge and RSA Examinations*) a Edexcel (*Pearson Edexcel as of April 2013*). Dostupné z <http://www.telegraph.co.uk/education/secondaryeducation/8940806/Exam-boards-profiles.html>

Tab. 1: Seznam analyzovaných učebnic. Kód učebnic rozlišuje, zda se jedná o české učebnice (CZ) nebo britské (GB); dále určuje první stupeň sekundárního vzdělávání (-z-) a druhý stupeň sekundárního vzdělávání (-s-); číslice kódu identifikuje konkrétní učebnici

Typ učebnic	Kód	Název učebnice, vydavatelství, rok vydání
České učebnice základních škol nebo nižších gymnázií	CZ-z-1	<i>Ekologický přírodopis 9</i> , Fortuna, 2002
	CZ-z-2	<i>Přírodopis 8: biologie člověka</i> , SPN, 2009
	CZ-z-3	<i>Přírodopis 9: geologie a ekologie</i> , SPN, 2009
	CZ-z-4	<i>Přírodopis IV: 9</i> , Scientia, 2000
	CZ-z-5	<i>Přírodopis I: 6</i> , Scientia, 1997
	CZ-z-6	<i>Přírodopis 9</i> , Prodos, 2000
	CZ-z-7	<i>Přírodopis 6</i> , Prodos, 2004
	CZ-z-8	<i>Přírodopis pro 6. ročník</i> , Natura, 2004
	CZ-z-9	<i>Geologie</i> , Natura, 1999
	CZ-z-10	<i>Přírodopis 8</i> , Fraus, 2006
České učebnice středních škol nebo vyšších gymnázií	CZ-s-1	<i>Základy biologie</i> , Tobiáš, 1995
	CZ-s-2	<i>Obecná biologie</i> , Fortuna, 2000
	CZ-s-3	<i>Genetika</i> , Fortuna, 2003
	CZ-s-4	<i>Biologie pro gymnázia</i> , Olomouc, 2002
	CZ-s-5	<i>Odmaturuj z biologie</i> , Didaktis, 2003
	CZ-s-6	<i>Kapitoly z obecné biologie</i> , SPN, 1994
Britské učebnice pro úroveň GCSE	GB-z-1	<i>Science (AQA)</i> , Nelson Thornes, 2006
	GB-z-2	<i>Science Biology (AQA)</i> , Nelson Thornes, 2011
	GB-z-3	<i>Science A (AQA)</i> , Collins, 2011
	GB-z-4	<i>Science Higher (OCR)</i> , OCR & Oxford, 2011
	GB-z-5	<i>Biology Intermediate 2</i> , Hodder Gibson, 2012
	GB-z-6	<i>Biology (11–14)</i> , Longman, 2009
	GB-z-7	<i>Biology Intermediate 2</i> , Leckie & Leckie, 2006
	GB-z-8	<i>National 5 Biology</i> , Leckie & Leckie, 2013
Britské učebnice pro A-level stupně	GB-s-1	<i>Higher Biology for CfE</i> , James Torrance, 2012
	GB-s-2	<i>Biology (SQA)</i> , Hodder Gibson, 2013
	GB-s-3	<i>AS level Biology (AQA)</i> , CGP, 2012
	GB-s-4	<i>A2 level Biology (AQA)</i> , CGP, 2012
	GB-s-5	<i>AS level Biology (OCR)</i> , CGP, 2012
	GB-s-6	<i>A2 level Biology (OCR)</i> , CGP, 2012
	GB-s-7	<i>AS Biology (Edexcel)</i> , UYSEG, 2008
	GB-s-8	<i>A2 Biology (Edexcel)</i> , UYSEG, 2009

Sledované pojmy byly označeny konkrétním symbolem, tj. evoluce (E), evoluční teorie (ET), biologická evoluce (BE), Darwinova teorie (DT) a přírodní výběr (PV). Výskyt daných pojmů v učebnici byl zaznamenáván do tabulek (tab. 5–8).

V rámci zápisu do tabulek byly rozlišovány 4 kategorie:

- Pojem se v učebnici vyskytuje společně s bližším výkladem – zaznamenáno symbolem A.
- Pojem se v učebnici vyskytuje, ale bez dalšího výkladu – zaznamenáno symbolem B.

- c) V učebnici není daný pojem uveden, ale jeho význam je zde zahrnut – zaznamenáno symbolem C⁵.
- d) V učebnici není uveden daný pojem ani jeho význam – zaznamenáno symbolem X.

Celkové údaje o výskytu jednotlivých pojmů v českých a britských učebnicích znázorněných v tabulkách 5–8 (označeny symbolem A, B, C) byly za pomoci Excelu 2010 vyneseny do grafu a vyjádřeny v procentech (obr. 2). Základem ($n = 100 \%$) je počet zkoumaných učebnic, tedy hodnota 32.

Do obsahové analýzy byly zahrnuty všechny definice zkoumaných pojmů uvedené ve sledovaných českých a britských učebnicích. V případě pojmů „evoluce“ a „biologická evoluce“ byly zároveň analyzovány i obsahy definic vybraných biologů (vědci).

Výběr definic vědců byl částečně subjektivní. Jednalo se však o výběr deseti evolučních biologů své doby, kteří měli nebo stále mají důležitou roli nejen ve vědecké komunitě, ale i z hlediska popularizace vědy, a jedné zvolené publikace zabývající se obecně celou biologií. Smyslem také bylo zahrnout do výzkumu definice vědců z odlišných zemí s rozdílnou specializací evoluční biologie. Seznam vybraných vědců a sledovaných publikací je uveden v tabulce 2.

V rámci obsahové analýzy bylo zohledněno, že ačkoli mívají definice podobný význam, není jejich znění identické. Určitou definici lze totiž vyjádřit různými slovy stejného nebo obdobného významu, přičemž podstata informace zůstává zachována.

Tab. 2: Seznam vybraných vědců a konkrétních publikací. Kód definice rozlišuje, zda se jedná o definice evoluce (E) nebo biologické evoluce (BE). Číslice kódu identifikuje konkrétního vědce a vybranou publikaci

kód definice	jméno autora	název publikace	rok vydání, str. definice
1E	Curtis, H. & Barnes, N. S.	Biology	1989, s. 974
2E	Dobzhansky, T. H.	Principle of genetics	1952, s. 4–5
3E	Ehrlich, P. R. & Holm, R. W.	The Process of Evolution	1963, s. 95
4E	Endler, J. A.	Natural selection in the wild	1986, s. 5
5BE	Flegr, J.	Evoluční biologie	2005, s. 35
6BE	Futuyma, D. J.	Evolutionary Biology	1998, s. 4
7E	Li, W. H.	Molecular Evolution	1997, s. 35
8E	Mayr, E.	Toward a New Philosophy of Biology	1988, s. 162
9E	Snustad, D. P. & Simmons, M. J.	Principles of Genetics	2003, s. 721
10E	Strickberger, M. W.	Evolution	1996, s. 3
11E	Wilson, E. O.	The Diversity of Life	1992, s. 75

⁵V případě pojmů „evoluce“ a „evoluční teorie“ se objevují situace, kdy učebnice konkrétně definují pojem „evoluce“ (v tabulkách označen symbolem A), ale zároveň se dále odlišným způsobem odkazují na evoluci i v kontextu současných poznatků a nových výzkumů. V takovém případě je tato interpretace oddělena od původní definice „evoluce“ a je zahrnuta k definici „evoluční teorie“ (v tabulkách označeno symbolem C). Je totiž bráno v úvahu, že takové učebnice, ačkoli neuvádějí pojem „evoluční teorie“, odlišují termín „evoluce“ od současných názorů na evoluci, což odpovídá právě teorii.

Za účelem lepší vypovídací hodnoty obsahové analýzy bylo proto nutné provést rozbor slov či sousloví, které se v daných definicích často vyskytují, ale zároveň mají stejný nebo obdobný význam (tab. 3). Pro obsah definic pojmů „evoluce“, „evoluční teorie“, „biologická evoluce“, „Darwinova teorie“ a „přírodní výběr“ bylo poté stanoveno 40 informací, které byly sledovány v podobě konkrétních výrazů⁶. Vybrány byly takové informace, které se jeví jako zásadní pro porozumění či diferenciaci zkoumaných pojmů. Následně byly v Excelu 2010 vytvořeny skórovací tabulky (příloha tab. I–VI), do kterých bylo zaznamenáváno, zda se v rámci výkladu daného pojmu sledovaný výraz vyskytuje (zapsáno číslem 1) či nikoli (zapsáno číslem 0). Příklad skórování jednotlivých definic (příloha tab. I–VI) je uveden na obrázku 1.

Tab. 3: Seznam stanovených informací a sledovaných výrazů. Tabulka představuje seznam stanovených informací a soubor výrazů, které byly za účelem dané informace v definici sledovány

číslo	stanovené informace	soubor sledovaných výrazů
1	<i>geologický čas</i>	miliardy let, milióny let atp.
2	<i>aktuální průběh času</i>	v průběhu času, během určité doby, v čase atp.
3	<i>příbuznost druhů</i>	společný původ, předek, příbuznost, fylogeneze atp.
4	<i>živé systémy, (definice nemusí přímo zahrnovat daný výraz, ale v jejím kontextu je zřejmé, že se jedná o živé organismy)</i>	živá forma, druh, organismus atp.
5	<i>„vyvíjení“ neživých systémů</i>	neživá hmota, neživá forma, prvky, svět atp.
6	<i>první původ života</i>	první živá buňka, první forma života atp.
7	<i>vznik nových druhů</i>	speciace, vznik druhu atd.
8	<i>vývoj</i>	vývoj, vyvíjet se
9	<i>eliminace</i>	zánik, eliminace, vymření, smrt atd.
10	<i>přežití</i>	přežít, přežití
11	<i>úsilí o život</i>	boj o život, úsilí o život
12	<i>biologická zdatnost</i>	nejzdatnější, nejschopnější, fitness
13	<i>jakýkoliv znevýhodňující element (např. znak, gen, jedinec)</i>	nejlepší, užitečné, lepší, výhodné, prospěšné atp.
14	<i>jakýkoliv znevýhodňující element (např. znak, gen, jedinec)</i>	slabší, méně výhodné, nevyhovující atp.
15	<i>vlastnosti</i>	vlastnosti, znaky, vloh, rysy atd.
16	<i>přizpůsobení</i>	adaptace, adaptovaný, přizpůsobit atp.
17	<i>dědičnost</i>	dědičnost, zdědit, zděděné atp.
18	<i>mutace</i>	mutace, náhodné genetické varianty
19	<i>geny</i>	gen, genetický, alela, genotyp atp.
20	<i>fenotyp</i>	fenotyp, fenotypové

⁶Pro lepší orientaci je v textu slovem *pojmem* myšlen vždy určitý zkoumaný pojem, tzn. „evoluce“, „evoluční teorie“, „biologická evoluce“, „Darwinova teorie“ nebo „přírodní výběr“, a slovem *výraz* je míněn jeden ze sledovaných výrazů (tab. 3), které se v případných definicích daných pojmů vyskytují.

21	<i>životní prostředí</i>	prostředí, životní podmínky, životní okolnosti
22	<i>různorodost</i>	variety, variabilita, různorodost, proměnlivost atp.
23	<i>frekvence zastoupení genů či alel v populaci</i>	frekvence genů, genofond atp.
24	<i>změna</i>	změna, měnit, odlišovat atp.
25	<i>reprodukce</i>	reprodukce, množení, páření atp.
26	<i>zachování „vlastností, jedinců nebo genů“</i>	předat, zachovat, přenést atp.
27	<i>potomstvo</i>	potomstvo, generace atp.
28	<i>jednotlivec</i>	jednotlivec, člen, nositel atp.
29	<i>populace</i>	populace, skupina jednoho druhu
30	<i>selekce</i>	výběr, selekce, selektivní, selektivní tlak atp.
31	<i>gradualistický děj</i>	gradualistický, postupný
32	<i>průběh akumulace</i>	akumulace, vzrůst, hromadění, rozšíření atp.
33	<i>směr k větší komplexitě</i>	komplexnější, složitější atp.
34	<i>proces</i>	proces
35	<i>přírodní výběr (mimo definici přírodního výběru)</i>	přírodní výběr
36	<i>evoluce (mimo definice evoluce a evoluční teorie)</i>	evoluce, evoluční
37	<i>genetický drift</i>	genetický drift, drift
38	<i>význam konkurence</i>	konkurence, soutěž
39	<i>pohlavní výběr</i>	pohlavní výběr
40	<i>informaci, že druhy mohou zůstat relativně stálé</i>	stálé, neměnicí se atp.

Darwinova vývojová (evoluční teorie): kód definice – CZ-s-DT-6

Při vysvětlování příčin vývoje (č. 8) organismů (č. 4), vyšel z myšlenky nadprodukce (č. 25) potomstva (č. 27), variability (č. 22) organismů (č. 4) a z existence přírodního výběru (č. 35) – selekce (č. 30). Nadbytek potomstva (č. 27) podle něho vyvolává ostrý konkurenční (č. 38) boj – boj o život (č. 11), během něhož dochází k výběru (č. 30) jedinců (č. 28) lépe (č. 13) přizpůsobených (č. 16) – adaptovaných (č. 16) daným přírodním podmínkám (č. 21). Tato účelnější adaptace (č. 16) je přírodním výběrem (č. 35) během generací (č. 27) hromaděna (č. 32), až v populaci (č. 29) převládne (č. 32).

kód definice	identifikační číslo sledovaného výrazu																																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
CZ-s-DT-6	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0

Obr. 1: Skórování definic

Obrázek 1 znázorňuje skórování definice „Darwinova teorie“. Modře vyznačená slova v definici spadají do určité kategorie sledovaných výrazů (tab. 3). Jejich přítomnost je zapsána číslicí 1 do skórovací tabulky (tab. V) dle přiřazeného identifikačního čísla daného výrazu. Ačkoli se některé kategorie výrazů mohou v definici vyskytovat vícekrát, jsou v tabulce uvedeny pouze jednou. Neobsazeným kategoriím v tabulce je přiděleno číslo 0, jež značí, že se dané výrazy v definici nevyskytují. Ukázka je převzata z učebnice *Kapitoly z obecné biologie* (1994), čemuž odpovídá přiřazený kód definice (tab. 1).

Ze skórovacích tabulek (příloha tab. I–VI) bylo vypočteno procentuální zastoupení sledovaných výrazů u zkoumaných definic, tzn. že procenta v tabulkách obsahové analýzy (tab. 9–11) vyjadřují, v kolika definicích pojmů „evoluce“, „evoluční teorie“, „biologická evoluce“, „Darwinova teorie“ a „přírodní výběr“ se vyskytují stanovené výrazy popsáné v tabulce 3. V tomto případě je základem ($n = 100 \%$) počet konkrétních definic daného pojmu zahrnutých do obsahové analýzy, nikoli počet učebnic (tab. 4).

Tab. 4: Hodnota základu analyzovaných definic. Tabulka shrnuje počet definic, které byly zahrnuty do výpočtu procentuálního zastoupení sledovaných výrazů obsahové analýzy

Počet zkoumaných definic, tzn. hodnotazákladu ($n = 100\%$) pro konkrétní definice			
Sledované definice	české učebnice	britské učebnice	vědci
Evoluce (E)	12 – 5 = 7*	10	11 * *
Biologická evoluce (BE)	6	0	
Evoluční teorie (ET)	6	4	×
Darwinova teorie (DT)	10	11	×
Přírodní výběr (PV)	9	15	×

*Pojem evoluce byl uváděn ve 12 českých učebnicích, nikoli jen v 7. Každopádně v pěti učebnicích byl daný pojem definován pouze jedním výrazem – *vývoj* (příloha tab. I, kódy definic: CZ-z-E-3, CZ-z-E-4, CZ-z-E-5, CZ-z-E-9, CZ-s-E-1). Vzhledem k tomu, že hodnota průměru je výrazně ovlivněna odlehlými hodnotami, je těchto pět definic při výpočtu procentuálního průměru vynecháno. Jednoslovný popis definic totiž nese velmi malou číselnou hodnotu, jež by průměr obsahové analýzy zkreslovala, proto základem českých definic pojmu „evoluce“ ($n = 100 \%$) je v daném případě 7 nikoliv 12 definic (příloha tab. I a tab. 11).

**V kategorii definic vědců jsou pojmy „evoluce“ a „biologická evoluce“ sloučeny dohromady (tab. 4 a tab. 11), jelikož definice „evoluce“ je evolučními biologii popisována ve smyslu „evoluce biologické“.

Výrazy, které se v jednotlivých definicích vyskytují nejčastěji, byly v Excelu 2010 vyneseny do grafů (obr. 3, 4, 5, 6).

V případě definic „evoluce“ byla následně mezi nejčastěji se vyskytujícími výrazy sledovaná míra shody, tzn. jestli se nejčastěji vyskytující výrazy objevují v definici společně (tab. 13). Tato skutečnost byla posuzována pomocí míry shody dle následujícího postupu: Pokud jsou u sledované definice zaznamenány všechny tři sledované výrazy (tab. 5), je tato skutečnost ve sloupci „Shoda“ označena číslem 1 (tzn. výskyt shody). Pokud se v definici alespoň jeden ze sledovaných výrazů nevyskytuje, je řádek označen číslem 0 (tzn. neshoda). Definice, ve které se nevyskytuje ani jeden ze sledovaných výrazů, byla vyřazena. Míra shody je vyjádřena podílem součtu hodnot ve sloupci „Shoda“ a počtem zahrnutých definic (tab. 6). Pro vyjádření v procentech je míra shody násobena 100 (ústní sdělení, Ing. Petr Mazouch, Ph.D., VŠE, Fakulta informatiky a statistiky, 2014). Identickým postupem byly vypočteny míry shody sledovaných výrazů v definicích evoluce v českých a britských učebnicích (tab. 13).

Na základě toho, že výrazy *vývoj* (č. 8) a *změna* (č. 24) objevující se v definicích evoluce, vykazují výrazně rozdílné zastoupení v českých učebnicích v porovnání s definicemi britských učebnic a publikací evolučních biologů (obr. 3), byla pro srovnání sledována míra shody i u těchto dvou výrazů (tab. 6).

Tab. 5: Příklad výpočtu míry shody. Tabulka znázorňuje příklad výpočtu míry shody, která je definována jako součet binární proměnné „Shoda“ dělený počtem zahrnutých definic

Kód definice	Identifikační číslo výrazu			Shoda
	24	29	19	
1E	1	1	1	1
2E	1	0	1	0
3E	1	1	0	0
4E	1	1	1	1
5BE	1	1	0	0
6BE	1	1	1	1
7E	1	1	1	1
8E	1	0	0	0
9E	0	0	0	x
10E	1	1	0	0
11E	1	1	1	1

Tab. 6: Sledovaná kombinace výrazů. Tabulka představuje kombinaci konkrétních výrazů, u kterých byla sledována míra shody společného výskytu v definici evoluce

Identifikační číslo výrazu	8 a 7	2 a 24	19, 24 a 29	8 a 24
Druh publikací	české učebnice	britské učebnice	publikace biologů	všechny zkoumané publikace
Počet vzorků, tzn. definic evoluce zahrnutých do výpočtu	7	8	10	24

Z vytvořených skórovacích tabulek (příloha tab. I–VI) byl dále v programu SPSS za pomoci hierarchické shlukové analýzy vytvořen dendrogram (obr. 7), který graficky znázorňuje vzájemnou podobnost jednotlivých definic pojmů „evoluce“, „biologická evoluce“ a „evoluční teorie“ s definicemi pojmů „evoluce“ a „biologická evoluce“ evolučních biologů. Pro vyjádření vzdálenosti mezi objekty byla použita euklidovská metrika, metodou hierarchického shlukování byla „metoda nejbližšího souseda“.

4 VÝSLEDKY VÝZKUMU

Výsledky výzkumu jsou rozděleny do tří hlavních částí. V první řadě je evidováno, zda se v jednotlivých učebnicích vyskytují pojmy „evoluce“, „evoluční teorie“, „biologická evoluce“, „Darwinova teorie“ a „přírodní výběr“. Dále jsou uvedeny obsahové analýzy daných definic, jež jsou v případě pojmů „evoluce“, „biologická evoluce“ a „evoluční teorie“ konfrontovány s obsahem definic evolučních biologů. Nakonec je hierarchickou shlukovou analýzou vytvořen dendrogram, představující vzájemnou podobnost definic pojmů „evoluce“, „evoluční teorie“ a „biologická evoluce“.

Uvedené tabulky (tab. 7–10) zaznamenávají výskyt pojmů „evoluce“, „evoluční teorie“, „biologická evoluce“, „Darwinova teorie“ a „přírodní výběr“ v českých a britských učebnicích základních a středních škol.

Na úrovni základních škol (tab. 7) je pojem „evoluce“ představen v sedmi z deseti učebnic, čtyři z nich pracují zároveň i s pojmem „evoluční teorie“, respektive se současným názorem na evoluci. „Darwinova teorie“ je zmíněna v sedmi z deseti učebnic, ale ve dvou z nich je bez uvedení „přírodního výběru“. Ve dvou učebnicích je rozlišeno všech pět sledovaných pojmů, včetně pojmu „biologická evoluce“.

Tab. 7: Výskyt jednotlivých pojmů v českých učebnicích ZŠ. Zápis v tabulkách je uveden dle následujících symbolů: A – pojem se v učebnici vyskytuje společně s bližším výkladem; B – pojem se v učebnici vyskytuje, ale bez dalšího výkladu; C – v učebnici není daný pojem uveden, ale jeho význam je zde zahrnut; X – v učebnici není uveden daný pojem ani jeho význam

Č.	Název učebnice, vydavatelství, rok vydání	Zkoumaný pojem				
		Evoluce	Evoluční teorie	Darwinova teorie	Přírodní výběr	Biologická evoluce
1	Ekologický přírodopis 9 , Fortuna, 2002	X	X	A	A	X
2	Přírodopis 8 , SPN, 2009	A	X	A	B	X
3	Přírodopis 9 , SPN, 2009	A	C	A	B	X
4	Přírodopis 9 , Scientia, 2000	A	C	A	A	A
5	Přírodopis 6 , Scientia, 1997	A	C	A	A	A
6	Přírodopis 9 , Prodos, 2000	A	X	B	X	X
7	Přírodopis 6 , Prodos, 2004	A	X	X	A	X
8	Přírodopis 6 , Natura, 2004	X	A	X	X	X
9	Geologie , Natura, 1999	A	C	X	X	X
10	Přírodopis 8 , Fraus, 2006	X	X	B	X	X

Ve všech sledovaných středoškolských učebnicích (tab. 8) je uvedena „Darwinova teorie“ spolu s „přírodním výběrem“. Samotný pojem „evoluce“ se vyskytuje v pěti učebnicích a „biologická evoluce“ ve čtyřech. „Evoluční teorie“, lépe řečeno současný pohled na evoluci je popsán v jedné ze zkoumaných učebnic.

Britské učebnice základních škol (tab. 9) vykládají buď „evoluci“ nebo „evoluční teorii“, žádná z učebnic nepopisuje oba výklady současně. Dvě učebnice z osmi neuvádějí pojem „evoluce“ ani „evoluční teorie“, pracují jen s pojmy „Darwinova teorie“ a „přírodní výběr“. Pojem „přírodní výběr“ se vyskytuje ve všech sledovaných učebnicích a vždy současně s „Darwinovou teorií“. Žádná ze sledovaných britských učebnic ale nepracuje s pojmem „biologická evoluce“.

Na úrovni středoškolského vzdělávání britských škol (tab. 10) se ve dvou z osmi učebnic setkáváme s rozlišením pojmů „evoluce“ a „evoluční teorie“. „Přírodní výběr“ se vyskytuje ve všech sledovaných učebnicích, ale jen 50 % z nich uvádí i „Darwinovu teorii“. Pojem „biologická evoluce“ se nevyskytuje v žádné ze sledovaných britských učebnic.

Tab. 8: Výskyt jednotlivých pojmů v českých učebnicích SŠ. Zápis v tabulkách je uveden dle následujících symbolů: A – pojem se v učebnici vyskytuje společně s bližším výkladem; B – pojem se v učebnici vyskytuje, ale bez dalšího výkladu; C – v učebnici není daný pojem uveden, ale jeho význam je zde zahrnut; X – v učebnici není uveden daný pojem ani jeho význam

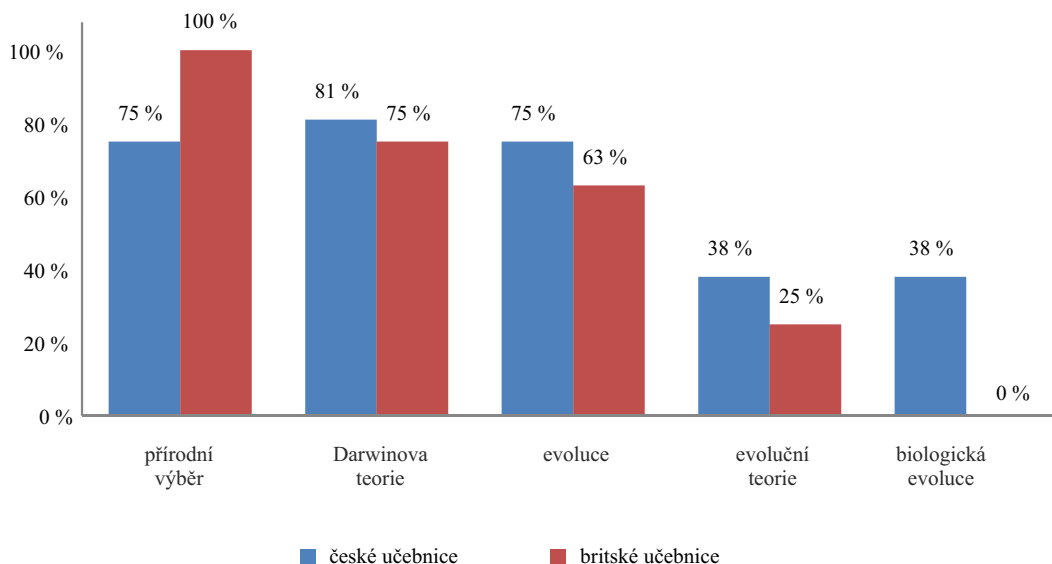
Č.	Název učebnice, vydavatelství, rok vydání	Zkoumaný pojem				
		Evoluce	Evoluční teorie	Darwinova teorie	Přírodní výběr	Biologická evoluce
1	Základy biologie , Tobiáš, 1995	A	X	A	A	A
2	Obecná biologie , Fortuna, 2000	A	X	A	B	X
3	Genetika , Fortuna, 2003	A	C	A	A	X
4	Biologie pro gymnázia , Olomouc, 2002	A	X	A	A	A
5	Odmaturuj z biologie , Didaktis, 2003	X	X	B	A	A
6	Kapitoly z obecné biologie , SPN, 1994	A	X	A	A	A

Tab. 9: Výskyt jednotlivých pojmů v britských učebnicích ZŠ. Zápis v tabulkách je uveden dle následujících symbolů: A – pojem se v učebnici vyskytuje společně s bližším výkladem; B – pojem se v učebnici vyskytuje, ale bez dalšího výkladu; C – v učebnici není daný pojem uveden, ale jeho význam je zde zahrnut; X – v učebnici není uveden daný pojem ani jeho význam

Č.	Název učebnice, vydavatelství, rok vydání	Zkoumaný pojem				
		Evoluce	Evoluční teorie	Darwinova teorie	Přírodní výběr	Biologická evoluce
1	Science (AQA) , Nelson Thornes, 2006	X	A	A	A	X
2	Science Biology (AQA) , Nelson Thornes, 2011	X	A	A	A	X
3	Science A (AQA) , Collins, 2011	A	X	A	A	X
4	Science Higher (OCR) , OCR & Oxford, 2011	A	X	A	A	X
5	Biology Intermediate 2 , Hodder Gibson, 2012	A	X	A	A	X
6	Biology (11–14) , Longman, 2009	A	X	A	A	X
7	Biology Intermediate 2 , Leckie & Leckie, 2006	X	X	A	A	X
8	National 5 Biology , Leckie & Leckie, 2013	X	X	A	A	X

Tab. 10: Výskyt jednotlivých pojmů v britských učebnicích SŠ. Zázpis v tabulkách je uveden dle následujících symbolů: A – pojem se v učebnici vyskytuje společně s bližším výkladem; B – pojem se v učebnici vyskytuje, ale bez dalšího výkladu; C – v učebnici není daný pojem uveden, ale jeho význam je zde zahrnut; X – v učebnici není uveden daný pojem ani jeho význam

Č.	Název učebnice, vydavatelství, rok vydání	Zkoumaný pojem				
		Evoluce	Evoluční teorie	Darwinova teorie	Přírodní výběr	Biologická evoluce
1	Higher Biology for CfE , James Torrance, 2012	A	X	A	A	X
2	Biology (SQA) , Hodder Gibson, 2013	X	X	B	A	X
3	AS level Biology (AQA) , CGP, 2012	A	X	X	A	X
4	A2 level Biology (AQA) , CGP, 2012	X	X	X	A	X
5	AS level Biology (OCR) , CGP, 2012	A	C	A	B	X
6	A2 level Biology (OCR) , CGP, 2012	A	X	X	A	X
7	AS Biology (Edexcel) , UYSEG, 2008	A	X	X	A	X
8	A2 Biology (Edexcel) , UYSEG, 2009	A	C	A	A	X



Obr. 2: Výskyt pojmů v učebnicích. Souhrnný výskyt jednotlivých pojmů v českých a britských učebnicích základních a středních škol. Do grafu jsou zahrnuty všechny kategorie výskytů označené symbolem A, B a C (viz tab. 7–10)

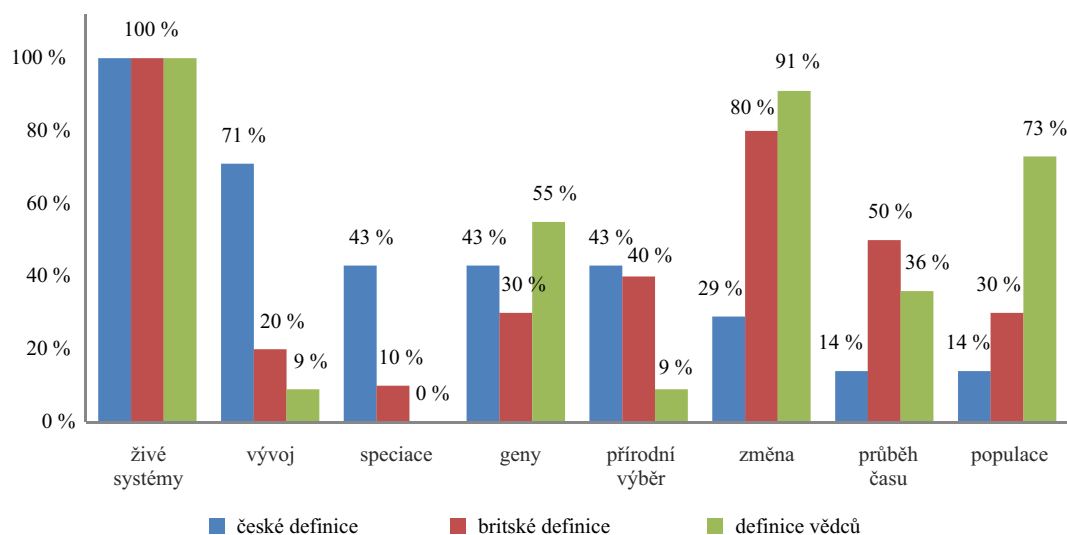
Graf znázorňuje (obr. 2), že ve všech zkoumaných českých učebnicích se nejčastěji, respektive z 81 %, vyskytuje pojem „Darwinova teorie“. U 75 % se objevuje pojem „přírodní výběr“ a „evoluce“. Pojem „biologická evoluce“ a „evoluční teorie“ je uveden v 38 % analyzovaných českých učebnic. V britských učebnicích je „přírodní výběr“ uveden u 100 % analyzovaných učebnic. „Darwinova teorie“ je zmíněna u 75 % a pojem „evoluce“ u 63 % učebnic. Pojem „evoluční teorie“ je popsán ve 25 % učebnic, zatímco pojem „biologická evoluce“ se nevyskytuje v žádné britské učebnici.

V tabulkách 11 a 12 je shrnuta obsahová analýza definic pojmů „evoluce“, „evoluční teorie“, „biologická evoluce“, „Darwinova teorie“ a „přírodní výběr“, tzn. je zde procentuálně vyjádřeno a porovnáno, v kolika daných definicích se vyskytují stanovené výrazy popsáné v tabulce 3.

Z tabulky obsahové analýzy je patrné, že definice pojmů „evoluce“, „evoluční teorie“ a „biologická evoluce“ je vždy (100 %) popisována pomocí *živých organismů* (tab. 11, výraz č. 4). Zmínka o vzniku života i z *neživých forem* (tab. 11, výraz č. 5) se objevuje v českých učebnicích v rámci definice „evoluční teorie“ (33 %).⁷ Britské učebnice na vznik živé formy z formy neživé vůbec neodkazují. U definic evolučních biologů se tento údaj vyskytuje z 18 % (tab. 11, výraz č. 5).

Pojem „*biologická evoluce*“ v českých učebnicích nejčastěji (83 %) odkazuje na slovo *vývoj* (tab. 11 výraz č. 8). Ostatní sledované výrazy se příliš často nevyskytují. Zásadní informací „biologické evoluce“ je tedy skutečnost, že se jedná o *vývoj živých organismů*.

Pojem „*evoluce*“ (obr. 3) je v českých učebnicích nejčastěji (71 %) spojován se slovem *vývoj* (tab. 11, výraz č. 8), kdežto britské učebnice tento výraz v dané definici používají jen ve 20 %. Naopak nejhojněji (80 %) pracují s výrazem *změna* (tab. 11, výraz č. 24), která se v českých učebnicích vyskytuje pouze ve 20 % analyzovaných definic pojmů „evoluce“ (obr. 3). U definic evolučních biologů je *změna* také nejčastějším výrazem (91 %).



Obr. 3: Obsahová analýza definic „evoluce“. Ke grafickému znázornění pojmu „evoluce“ byly z tabulky 11 vybrány a porovnány takové výrazy, které se vyskytují nejčastěji v českých definicích, v britských definicích a u definic evolučních biologů.

⁷V českých učebnicích se vznik živé formy z neživé vyskytuje mnohem častěji, většinou ale jako součást chemické evoluce. Obsah pojmu „chemická evoluce“ však nebyl předmětem výzkumu. Údaj 33 % tedy zahrnuje jen takové definice, které vývoj neživé formy uvedly v rámci sledovaných pojmů, v našem případě v rámci pojmu „evoluční teorie“.

Tab. 11: Obsahová analýza. Porovnání pojmů evoluce (E), evoluční teorie (ET) a biologická evoluce (BE) definovaných v českých (CZ) a britských (GB) učebnicích a v dílech evolučních biologů (vědci). Procenta vyjadřují, v kolika sledovaných definicích ($n = 100\%$) se vyskytuje stanovený výraz

Č. Kategorie výrazů dle významu	Příklady konkrétních sledovaných výrazů	E		ET		BE	
		CZ	GB	CZ	GB	CZ	BE
		$n = 7$	$n = 10$	$n = 6$	$n = 4$	$n = 6$	$n = 11$
1	<i>geologický čas</i>	14 %	30 %	67 %	75 %	33 %	0 %
2	<i>aktuální průběh času</i>	14 %	50 %	17 %	50 %	33 %	36 %
3	<i>příbuznost druhů</i>	14 %	10 %	33 %	75 %	17 %	18 %
4	<i>živé systémy, (v kontextu definice je zřejmé, že se jedná o živé organismy)</i>	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
5	<i>„vyvíjení“ neživých systémů</i>	0 %	0 %	33 %	0 %	0 %	18 %
6	<i>první původ života</i>	29 %	10 %	0 %	50 %	33 %	18 %
7	<i>vznik nových druhů</i>	43 %	10 %	0 %	0 %	33 %	0 %
8	<i>vývoj, vyvíjet se</i>	71 %	20 %	50 %	50 %	83 %	9 %
9	<i>eliminace</i>	29 %	20 %	33 %	50 %	17 %	0 %
10	<i>přežití</i>	0 %	30 %	17 %	50 %	0 %	0 %
11	<i>úsilí o život</i>	0 %	10 %	0 %	25 %	0 %	0 %
12	<i>biologická zdatnost</i>	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
13	<i>zvíhodňující element (např. znak, gen, jedinec)</i>	29 %	10 %	17 %	50 %	17 %	0 %
14	<i>znevýhodňující element (např. znak, gen, jedinec)</i>	29 %	0 %	17 %	0 %	0 %	0 %
15	<i>vlastnosti</i>	29 %	30 %	33 %	25 %	17 %	18 %
16	<i>přizpůsobení</i>	29 %	20 %	33 %	50 %	17 %	9 %
17	<i>dědičnost</i>	14 %	10 %	17 %	25 %	0 %	27 %
18	<i>mutace</i>	29 %	10 %	33 %	25 %	17 %	9 %

19	<i>geny</i>	gen, alela, genotyp	43 %	30 %	33 %	50 %	33 %	55 %
20	<i>fenotyp</i>	fenotyp	14 %	0 %	0 %	25 %	0 %	0 %
21	<i>životní prostředí</i>	prostředí, podmínky	43 %	30 %	17 %	25 %	17 %	9 %
22	<i>různorodost</i>	variabilita, různorodost	43 %	30 %	0 %	25 %	17 %	36 %
23	<i>frenkvence zastoupení genů či alel v populaci</i>	frenkvence genů, genofond	29 %	30 %	0 %	25 %	0 %	36 %
24	<i>změna</i>	změna, měnit	29 %	80 %	67 %	50 %	33 %	91 %
25	<i>reprodukce</i>	reprodukce, množení	29 %	30 %	0 %	25 %	17 %	9 %
26	<i>zachování „vlastností, jedinců nebo genů“</i>	předat, zachovat, přenést	0 %	20 %	17 %	50 %	0 %	0 %
27	<i>potomstvo</i>	potomstvo, generace atp.	14 %	40 %	0 %	50 %	0 %	27 %
28	<i>jednotlivec</i>	jednotlivec, člen, nositel	43 %	10 %	17 %	50 %	17 %	0 %
29	<i>populace</i>	populace	14 %	30 %	0 %	50 %	33 %	73 %
30	<i>selekce</i>	výběr, selekce	29 %	40 %	0 %	25 %	17 %	9 %
31	<i>gradualistický děj</i>	gradualistický, postupný	29 %	30 %	33 %	0 %	17 %	0 %
32	<i>průběh akumulace</i>	akumulace, rozšíření	0 %	20 %	0 %	25 %	0 %	18 %
33	<i>směr k větší komplexitě</i>	komplexnější, složitější	14 %	20 %	0 %	0 %	17 %	9 %
34	<i>proces</i>	proces	29 %	40 %	0 %	0 %	17 %	45 %
35	<i>přírodní výběr (kromě pojmu přírodní výběr)</i>	přírodní výběr	43 %	40 %	0 %	25 %	0 %	9 %
36	<i>evoluce (kromě pojmu evoluce a evoluční teorie)</i>	evoluce, evoluční	×	×	×	×	×	×
37	<i>genetický drift</i>	genetický drift, drift	14 %	20 %	0 %	0 %	0 %	9 %
38	<i>význam konkurence</i>	konkurence, soutěž	0 %	10 %	0 %	25 %	0 %	0 %
39	<i>pohlavní výběr</i>	pohlavní výběr	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
40	<i>informaci, že druhý mohou zůstat relativně stále</i>	stálé, nemění se atp.	0 %	10 %	0 %	0 %	0 %	0 %

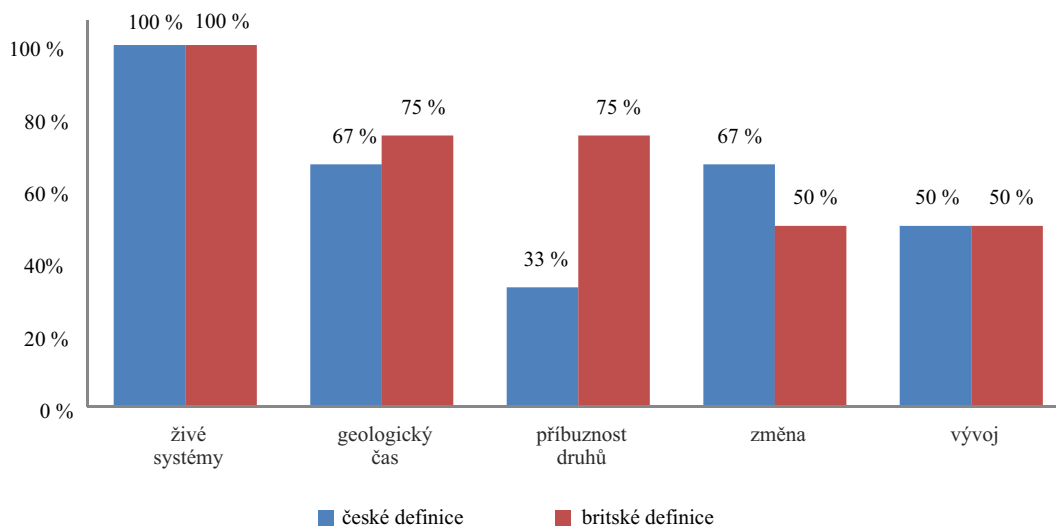
Tab. 12: Obsahová analýza. Porovnání pojmů „Darwinova teorie“ a „přírodní výběr“ definovaných v českých (CZ) a britských (GB) učebnicích. Procenta vyjadřují, v kolika sledovaných definicích ($n = 100\%$) se vyskytuje stanovený výraz

Č.	Kategorie výrazů dle významu	Příklady konkrétních sledovaných výrazů	Darwinova teorie		Přírodní výběr	
			CZ	GB	CZ	GB
			$n = 10$	$n = 11$	$n = 9$	$n = 15$
1	<i>geologický čas</i>	miliardy let, milióny let	30 %	9 %	0 %	0 %
2	<i>aktuální průběh času</i>	za určitou dobu, v čase	30 %	36 %	22 %	40 %
3	<i>přibuznost druhů</i>	předek, fylogeneze	30 %	45 %	0 %	0 %
4	<i>živé systémy, (v kontextu definice je zřejmé, že se jedná o živé organismy)</i>	druh, organismus	100 %	100 %	100 %	100 %
5	<i>„vyvíjení“ neživých systémů</i>	neživá forma, prvky	0 %	0 %	0 %	0 %
6	<i>první původ života</i>	první živá forma	10 %	18 %	0 %	0 %
7	<i>vznik nových druhů</i>	speciace, vznik druhu	30 %	9 %	22 %	13 %
8	<i>Vývoj</i>	vývoj, vyvíjet se	70 %	36 %	22 %	7 %
9	<i>Eliminace</i>	zánik, eliminace, smrt	10 %	9 %	56 %	27 %
10	<i>Přežití</i>	přežit, přežití	30 %	45 %	67 %	73 %
11	<i>úsilí o život</i>	boj o život, úsilí o život	30 %	18 %	33 %	27 %
12	<i>biologická zdatnost</i>	nejzdatnější, fitness	10 %	18 %	22 %	33 %
13	<i>zvíhodňující element (např. znak, gen, jedinec)</i>	nejlepší, výhodné, lepší	50 %	55 %	89 %	93 %
14	<i>znevýchodňující element (např. znak, gen, jedinec)</i>	slabší, méně výhodné	10 %	9 %	56 %	20 %
15	<i>vlastnosti</i>	vlastnosti, znaky, vlohy	30 %	36 %	67 %	53 %
16	<i>přizpůsobení</i>	adaptace, přizpůsobit	40 %	45 %	44 %	53 %
17	<i>dědičnost</i>	dědičnost, zdědit	10 %	0 %	44 %	20 %
18	<i>mutace</i>	mutace	0 %	0 %	11 %	20 %

19	<i>geny</i>	gen, alela, genotyp	0 %	9 %	22 %	60 %
20	<i>fenotyp</i>	fenotyp	0 %	0 %	0 %	20 %
21	<i>životní prostředí</i>	prostředí, podmínky	60 %	45 %	78 %	73 %
22	<i>různorodost</i>	variabilita, různorodost	50 %	45 %	33 %	40 %
23	<i>frekvence zastoupení genů či alel v populaci</i>	frekvence genů, genofond	0 %	0 %	22 %	20 %
24	<i>změna</i>	změna, měnit	60 %	64 %	44 %	73 %
25	<i>reprodukce</i>	reprodukce, množení,	40 %	45 %	78 %	53 %
26	<i>zachování „vlastností, jedinců nebo genů“</i>	předat, zachovat, přenést	20 %	27 %	56 %	60 %
27	<i>potomstvo</i>	potomstvo, generace atp.	30 %	45 %	33 %	73 %
28	<i>jednotlivec</i>	jednotlivec, člen, nositel	60 %	27 %	78 %	53 %
29	<i>populace</i>	populace	30 %	36 %	44 %	40 %
30	<i>selektce</i>	výběr, selektce	10 %	27 %	56 %	33 %
31	<i>gradualistický děj</i>	gradualistický, postupný	40 %	36 %	11 %	13 %
32	<i>průběh akumulace</i>	akumulace, rozšíření	30 %	9 %	56 %	47 %
33	<i>směr k větší komplexitě</i>	komplexnější, složitější	10 %	0 %	0 %	0 %
34	<i>proces</i>	proces	10 %	27 %	22 %	33 %
35	<i>přírodní výběr (kromě pojmu přírodní výběr)</i>	přírodní výběr	90 %	91 %	×	×
36	<i>evoluce (kromě pojmu evoluce a evoluční teorie)</i>	evoluce, evoluční	20 %	55 %	11 %	53 %
37	<i>genetický drift</i>	genetický drift, drift	0 %	0 %	0 %	0 %
38	<i>význam konkurence</i>	konkurence, soutěž	30 %	18 %	44 %	13 %
39	<i>pohlavní výběr</i>	pohlavní výběr	10 %	0 %	11 %	7 %
40	<i>informaci, že druhy mohou zůstat relativně stále</i>	stále, nemění se atp.	0 %	9 %	22 %	20 %

Tab. 13: Míra shody konkrétních sledovaných výrazů. Tabulka sumarizuje, z kolika procent se konkrétní sledované výrazy vyskytují v definici evoluce současně

Identifikační číslo výrazu	8 a 7	2 a 24	19, 24 a 29	8 a 24
Druh publikací	české učebnice	britské učebnice	publikace biologů	všechny zkoumané publikace
Míra shody	14 %	63 %	50 %	15 %



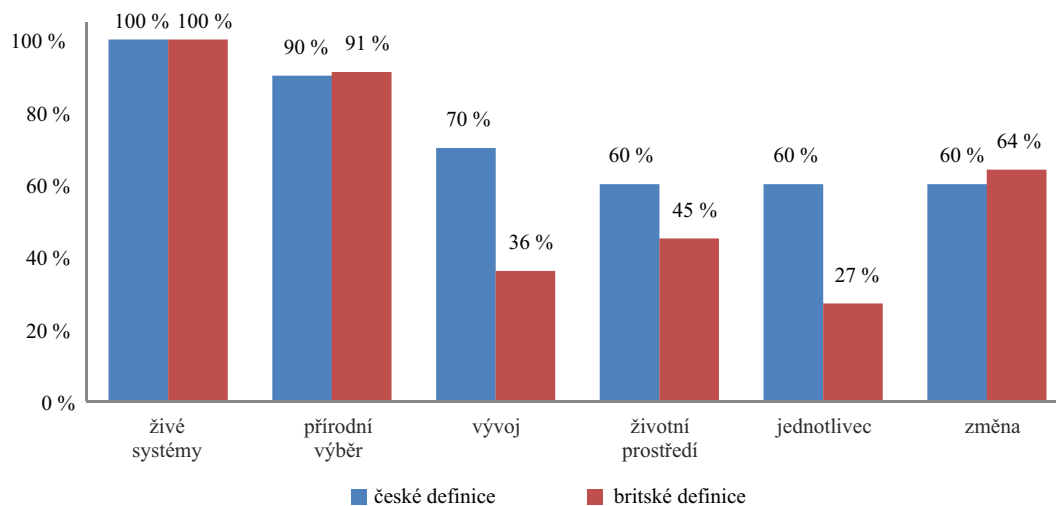
Obr. 4: Obsahová analýza definic „evoluční teorie“. Ke grafickému znázornění pojmu „evoluční teorie“ byly z tabulky 11 vybrány a porovnány takové výrazy, které se vyskytují nejčastěji v českých a britských definicích.

Ve 43 % definic pojmů „evoluce“ je v českých učebnicích odkázáno na informaci o *vzniku nových druhů* (tab. 11 výraz č. 7), což je v britských učebnicích uvedeno jen v 10 %. U evolučních biologů se tento údaj v definici vůbec nevyskytuje. Značné rozdíly se objevují i při srovnání výrazu *populace*. V českých definicích „evoluce“ se výraz *populace* objevuje velmi málo (14 %, tab. 11, výraz č. 29). V britských učebnicích je daný výraz častější (50 %). V definicích evolučních biologů se výraz *populace* objevuje nápadně často (73 %).

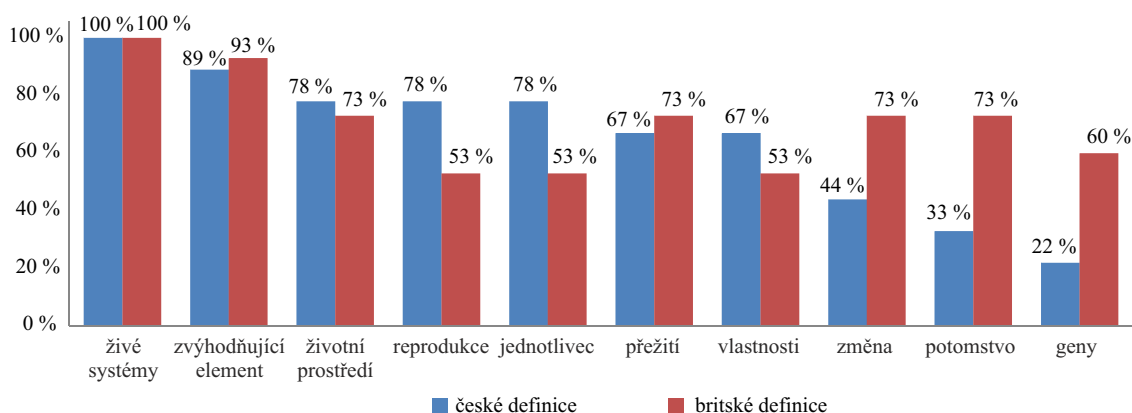
Při ověřování společného výskytu nejčastěji se objevujících výrazů v definicích „evoluce“ (tab. 13) byla v případě definic evolučních biologů zjištěna 50% míra současného výskytu daných pojmů v jedné definici, tj. výraz *změna* (výraz č. 24), *populace* (výraz č. 29) a *geny* (výraz č. 19). U britských definic „evoluce“ vykazovaly nejčastěji se objevující výrazy, tj. *změna* (výraz č. 24) a *průběh času* (výraz č. 2), 63% míru shody výskytu v jednotlivých definicích. V případě českých definic „evoluce“ však současný výskyt sledovaných výrazů, tj. *vývoj* (výraz č. 8) a *speciace* (výraz č. 7) prokázán nebyl, naopak z výsledků vyplývá, že se tyto výrazy většinou nevyskytují v jedné definici současně.

Zajímavé také je, že u všech sledovaných definic „evoluce“ (českých britských i definic vědců) mají výrazy *změna* a *vývoj* 15% míru shody, což znamená, že se téměř nevyskytují v jedné definici současně (tab. 13).

V případě výkladu „evoluční teorie“ (obr. 4) je velmi často poukázáno na fenomén *geologického času* (tab. 11, výraz č. 1) – z českých učebnic u 67 % zkoumaných definic a z britských učebnic u 75 %. Stejně často (75 %) se v britských definicích



Obr. 5: Obsahová analýza definic „Darwinovy teorie“. Ke grafickému znázornění pojmu „Darwinovy teorie“ byly z tabulky 12 vybrány a porovnány takové výrazy, které se vyskytují nejčastěji v českých a britských definicích.



Obr. 6: Obsahová analýza definic „přírodního výběru“. Ke grafickému znázornění pojmu „přírodní výběr“ byly z tabulky 12 vybrány a porovnány takové výrazy, které se vyskytují nejčastěji v českých a britských definicích.

„evoluční teorie“ objevuje i údaj o *příbuznosti druhů* (tab. 11, výraz č. 3). V českých učebnicích je tato informace také nejvíce zastoupena v rámci „evoluční teorie“, ale výrazně méně často (33 %). U „evolučních biologů“ je na *příbuznost druhů* odkázáno v 18 % definic. Častým údajem „evoluční teorie“ je také výraz *změna*, vyskytující se v českých učebnicích u 67 % definic, a v britských u 50 % (tab. 11, výraz č. 24).

V definici „Darwinovy teorie“ a „přírodního výběru“ se také vždy píše o *živých organismech* (tab. 12, výraz č. 4). Zmínka o *vývoji neživé formy* se nikde nevyskytuje (tab. 12, výraz č. 5).

Při definování „Darwinovy teorie“ (obr. 5) se nejčastěji v českých i britských učebnicích setkáváme s odkazem na *přírodní výběr* (90 %, tab. 12, výraz č. 35). V českých učebnicích se dále mnohokrát vyskytují slova *vývoj* (70 %, tab. 12, výraz č. 8), *prostředí*, *změna*, *jednotlivec* (60 %, tab. 12, výraz č. 21, 24, 28). V britských učebnicích je výraz *změna* (tab. 12, výraz č. 24) obdobně stejně často (64 %). Odkaz na *životní prostředí* se objevuje u 45 % definic „Darwinovy teorie“ (tab. 12, výraz č. 21), ale výraz *jednotlivec* (tab. 12, výraz č. 28) je zde v porovnání s českými výklady zastoupen mnohem méně (27 %).

Interpretace „přírodního výběru“ (obr. 6) se v českých učebnicích nejčastěji pojí se slovy *prostředí*, *reprodukce* a *jednotlivec* (78 %, tab. 12, výraz č. 21, 25 a 28)

a následně s výrazy *přežití* a *vlastnosti* (67 %, tab. 12, výraz č. 10 a 15). V britských učebnicích jsou s přírodním výběrem pojena slova *přežití*, *prostředí*, *změna* a *potomstvo* (73 %, tab. 12, výraz č. 10, 21, 24 a 27), dále slovo *gen*, popř. *genotyp* (60 %, tab. 12, výraz č. 19).

Značné rozdíly se objevují v odkazu na *zvýhodňující* či *znevýhodňující* elementy, těmi mohou být buď samy organismy, jejich vlastnosti nebo geny. V rámci definice „přírodního výběru“ v českých učebnicích na jakékoli *zvýhodňující* elementy odkazuje 88 % definic, v britských učebnicích je to 93 % (tab. 12, výraz č. 13). Zmínka o *znevýhodňujících* elementech je v našich učebnicích uvedena u 63 % definic „přírodního výběru“ a v britských pouze u 20 % (tab. 12, výraz č. 14).

Dendrogram shlukové analýzy (obr. 7) znázorňuje vzájemnou podobnost definic pojmů „evoluce“, „biologická evoluce“ a „evoluční teorie“ s definicemi popsány evolučními biology. Z dendrogramu je patrné, že pojmy „evoluce“, „evoluční teorie“ a „biologická evoluce“ jsou jak v českých, tak britských učebnicích definovány různými způsoby, tzn. že sledované výrazy se v daných definicích vyskytují v nestejném zastoupení.

Pro srovnání jsou v dendrogramu zahrnuty i definice evolučních biologů. Můžeme tedy říci, že definice učebnic vyskytující se v blízkosti, respektive ve společném shluku s definicemi evolučních biologů, si jsou nejvíce podobné (viz obr. 7 – vyznačeno v červeném rámečku). Z českých pojmů je konkrétně definice „evoluční teorie“ z učebnice Genetika (nakladatelství Fortuna 2003, kód CZ-s-ET-3) nejvíce shodná s definicí evolučního biologa D. J. Futuymy (1998, kód 6BE). Další značná shoda je v definici evolucionisty T. Dobzhanského (1952, kód 2E) s definicí „evoluce“ popsané opět v učebnici Genetika (nakladatelství Fortuna 2003, kód CZ-s-E-3) a dále s definicí „evoluční teorie“ uvedené v učebnici Přírodopis 9 (nakladatelství Scientia 2009, kód CZ-z-ET-4).

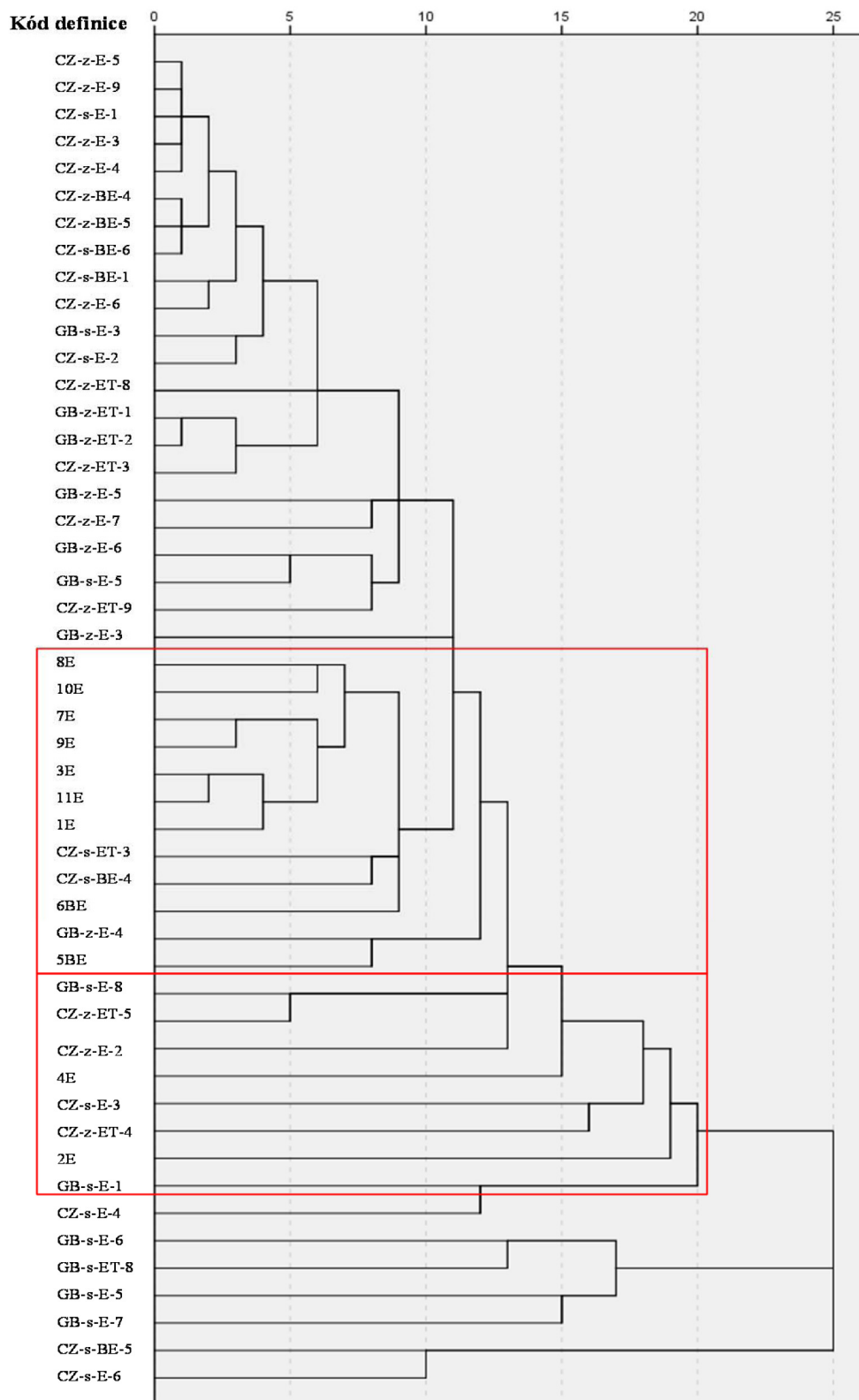
5 DISKUZE

Diskuze se opírá o tři hlavní části výzkumu. V první řadě hodnotí výskyt pojmů „evoluce“, „evoluční teorie“, „biologická evoluce“, „Darwinova teorie“ a „přírodní výběr“ v českých a britských učebnicích přírodopisu a biologie. Následně se zabývá obsahovou analýzou definic daných pojmů a na závěr hodnotí výsledky shlukové analýzy, které znázorňují podobnost definic pojmů „evoluce“, „evoluční teorie“ a „biologická evoluce“ s definicemi evolučních biologů.

Z hlediska výskytu sledovaných pojmů (obr. 3) se nejvíce v českých učebnicích objevuje pojem „Darwinova teorie“ (81 %), následně „přírodní výběr“ a „evoluce“ (75 %). V britských učebnicích je „přírodní výběr“ uveden ve všech (100 %) sledovaných učebnicích a „Darwinova teorie“ u 75 % (obr. 3). Řekněme, že pokud se v českých učebnicích probírá evoluční tematika, je většinou poukázáno na Ch. R. Darwina, tedy původce „moderní“ evoluční teorie, kdežto v britských učebnicích je popsán přednostněji přírodní výběr, tedy mechanismus evoluce.

Pojem „evoluce“ je jak v českých, tak britských učebnicích zmiňován častěji než pojem „evoluční teorie“ (obr. 3). Zajímavé však je, že v českých učebnicích pro základní školy (tab. 7) je ve čtyřech z deseti učebnic (40 %) uveden současně pojem „evoluce“ i názor na evoluci, tedy „evoluční teorie“. V učebnicích pro střední školy (tab. 8) se taková situace vyskytuje pouze v jedné z šesti učebnic (17 %). Naopak mezi britskými učebnicemi na úrovni základních škol se nevyskytuje žádná, v níž by byl současně uveden pojem „evoluce“ a „evoluční teorie“ (tab. 9). V britských

Třídění definic pojmů „evoluce“, evoluční teorie“, „biologická evoluce“ a definice evolučních biologů



Obr. 7: Shluková analýza definic. Jednotlivé definice (jednotky) jsou na svislé ose tříděny do skupin (shluků). Jednotky náležící do stejné skupiny si jsou podobnější než objekty z ostatních skupin. Horizontální osa vyjadřuje vzdálenost mezi jednotlivými shluky dle míry podobnosti.

učebnicích středoškolského vzdělávání (tab. 10) taková situace nastává u dvou z osmi učebnic (25 %). Na první pohled se může zdát, že české učebnice základních škol jsou lépe vybaveny pro porozumění a rozlišování faktu evoluce od názorů na evoluci, ale při bližším zkoumání zjistíme (příloha I), že právě v takových učebnicích základních škol, kde jsou rozlišeny pojmy „evoluce“ a „evoluční teorie“, je pojem „evoluce“ vysvětlen pouze jedním slovem *vývoj* (tab. 7 a příloha I) a další informace jsou definovány ve smyslu „evoluční teorie“.

Charakteristickým rozdílem mezi českými a britskými učebnicemi je fakt, že některé české učebnice (38 %), na rozdíl od britských, definují pojem „biologická evoluce“. Tento poznatek však může být vysvětlen tím, že určité české učebnice se věnují vzniku živých forem. To je děj probíhající pouze na úrovni „chemické evoluce“, čímž nastává nezbytnost odlišit a samostatně definovat i „evoluci biologickou“. Pravděpodobně proto se s daným pojmem v českých učebnicích setkáváme. Vzhledem k tomu, že britské učebnice se nezabývají vznikem života,⁸ nenastává nutnost „biologickou evoluci“ v učebnicích samostatně vymezovat.

V případě obsahové analýzy jednotlivých definic daných pojmů „evoluce“, „evoluční teorie“, „biologická evoluce“, „Darwinova teorie“ a „přírodní výběr“ jsou diskutovány takové informace, respektive sledované výrazy (tab. 3), které ukazují značnou rozdílnost v zastoupení definic nebo se jeví jako jistý faktor pro vznik žákovských miskoncepcí. Tyto výrazy jsou probírány samostatně v kontextu konkrétních definic.

DISKUTOVANÉ VÝRAZY: ŽIVÉ SYSTÉMY (Č. 4) A NEŽIVÉ SYSTÉMY (Č. 5)

Z obsahové analýzy je zřejmé, že pojem „evoluce“ je jak v českých, tak britských učebnicích chápán ve smyslu „evoluce biologické“, jelikož informace o *živých systémech* se vyskytují vždy ve všech sledovaných definicích bez odkazu na vznik živé formy z *neživé* (tab. 11, výraz č. 4 a 5). Vzhledem k tomu, že se jedná o analýzu učebnic *přírodopisu* a *biologie*, je opodstatněné, že je v nich pojem „evoluce“ automaticky popisován ve významu „biologické evoluce“. Paradoxní je však rozpor s definicí evolučních biologů, respektive učebnicí evoluční biologie (Flegr, 2005: s. 35), kde je k definici „biologické evoluce“ zahrnut *vznik živých systémů ze systémů neživých* (příloha IV). Tato skutečnost se v první řadě neslučuje se základním aspektem „biologické evoluce“ a v druhé řadě, jestliže je snahou vědců přesvědčit širokou veřejnost, že „evoluce“ má být akceptována jako fakt či zákonitost, je třeba vymezit její definici tak, aby nezahrnovala diskutabilní údaje. Za daných okolností je zajímavá analýza pojmu „evoluční teorie“, jelikož v tomto případě jsou v českých učebnicích v rámci dvou definic (33 %) také zahrnuty jak *živé*, tak *neživé formy* (tab. 11, výraz č. 5). Protože se ale jedná o pojem „evoluční teorie“, je oprávněné zahrnout k definici i teoretická hlediska.

DISKUTOVANÉ VÝRAZY: VÝVOJ (Č. 8) A ZMĚNA (Č. 24)

Na základě skórovacích tabulek obsahové analýzy (příloha I) pozorujeme, že pojem „evoluce“ je popsán ve 12 českých učebnicích, každopádně u 5 z nich (42 %) je vysvětlen pouze jedním výrazem – *vývoj* (příloha I, výraz č. 8). Slovo *vývoj* nebo *vyvíjet se* je zároveň u ostatních českých definic pojmu „evoluce“ nejčastěji (71 %) užívaným výrazem (tab. 11, výraz č. 8). Britské učebnice však dané slovo zmiňují

⁸Názory na vznik a vývoj živých soustav jsou součástí českých rámcově vzdělávacích programů (RVPZV, 2010; RVPB, 2007), naopak v anglických a skotských kurikulárních dokumentech není otázka vzniku a vývoje života obsažena (NC, 2013; CfE, 2013).

jen u 20 % takových definic. Tuto skutečnost je možné vysvětlit jazykovými rozdíly. V angličtině je v slovo *evolution* (evoluce) příbuzné ke slovu *evolve* (vyvíjet), proto není třeba v rámci definice jeho význam objasňovat. Kdybychom pojem *evolution* překládali jako *vyvíjení*, nebylo by třeba zdůrazňovat, že dochází k *vývoji*. Ale vzhledem k tomu, že jsme v češtině přijali slovo *evoluce* jako odborný termín, nastává situace, kdy je třeba jeho význam vysvětlit slovem *vývoj*. Tím se ale z hlediska edukace dostáváme do problémů, jelikož slovem *vývoj* nevysvětlujeme smysl děje, ale spíše význam odborného termínu.

Výraz *změna* se v rámci definice pojmu „evoluce“ vyskytuje v britských učebnicích u 80 %, v definicích evolučních biologů u 91 %, avšak v českých učebnicích se při výkladu pojmu „evoluce“ vyskytuje slovo *změna* jen u 29 % definic (tab. 11, výraz č. 24). Výsledky také ukázaly, že ve většině sledovaných definic pojmu „evoluce“ se *neobjevují* slova *vývoj* a *změna* současně (tab. 10), jelikož míra shody je velmi nízká (15 %). Můžeme tedy říci, že definice britských učebnic i evolučních biologů častěji zdůrazňují, že se v rámci „evoluce“ *něco mění* – vystihují podstatu děje, kdežto české definice spíše uvádějí, že se *něco vyvíjí* – parafrázuje slovo evoluce. Touto skutečností se částečně vysvětlují výsledky výzkumu Müllerové (2012), kde bylo dokázáno, že zhruba 80 % žáků základních škol ví, že „evoluce“ znamená „vývoj organismů“, ale asi 40 % z nich již neví, co přesněji obnáší „vývoj organismů“ v průběhu procesu „evoluce“ (Müllerová, 2012: s. 39–42).

DISKUTOVANÝ VÝRAZ: SELEKCE (Č. 30)

Obdobná situace s jazykovou parafrází nastává i v případě pojmu „přírodní výběr“ (*natural selection*), který je v českých učebnicích blíže spojován s výrazem *selekce*. Zde dochází k přijetí dalšího odborného termínu, jež nahrazuje české slovo *výběr*. Tomu odpovídá rozdílnost výskytu slova *selekce* či *výběr* v jednotlivých definicích „přírodního výběru“. V českých učebnicích se tento výraz vyskytuje u 56 % definic, kdežto v britských učebnicích jen u 33 % (tab. 12, výraz č. 30), což můžeme vysvětlit tím, že britské učebnice nepotřebují zdůrazňovat, že v rámci „přírodního výběru“ (*natural selection*) dochází k *výběru* (*selekcí*).

DISKUTOVANÉ VÝRAZY VARIABILITA (Č. 22) A NEMĚNNOST DRUHŮ (Č. 40)

Slova *variabilita* nebo *proměnlivost* jsou v rámci „Darwinovy teorie“ v českých učebnicích uvedeny u 50 % definic (tab. 12, výraz č. 22), v britských u 45 %. Na druhou stranu údaje o tom, že *druhy mohou zůstat relativně stálé*, se v českých definicích „Darwinovy teorie“ vůbec nevyskytují a v britských jen velmi málo, tzn. u 9 % definic (tab. 12, výraz č. 40). Přesto, jak upozorňuje J. Wilkins (2001), podstatnou domněnkou Ch. R. Darwina (1859) je skutečnost, že vznik nového druhu nezahrnuje změnu celého druhu. Darwin si uvědomoval, že ke vzniku nového druhu může dojít v rámci rodičovských druhů – v subpopulaci – a zbývající populace původních druhů mohou zůstat beze změn (Darwin, 1859). Ch. R. Darwin například píše: „Je mnohem pravděpodobnější, že každá forma dlouho zůstává nepozměněna a pak se najednou zase mění. Nedomnívám se ani, že se vždy uchovají nejvíce rozrůzněné odchylky. I střední forma může dlouho přežívat a může, ale nemusí dát vzniknout více než jednomu uzpůsobenému potomkovi, protože přírodní výběr bude vždy konat ve shodě s povahou míst. . . “ (Darwin, 1859: s. 118–119/2007: s. 139). J. Wilkins (2001) objasňuje, že přírodní výběr vede ke změně pouze tehdy, je-li daná populace nedostatečně uzpůsobena v soutěžích o své zdroje nebo překonávání rizik ve svém

lokálním prostředím. Jestliže je druh dobře přizpůsoben, přírodní výběr bude spíše zabraňovat změnám. Ačkoli tedy přírodní výběr ovlivňuje variabilitu druhu, je zároveň mechanismem, díky kterému se druhy nemění (Wilkins, 2001).

V českých učebnicích je konkrétně u definic „přírodního výběru“ výraz *variabilita* či *proměnlivost* zmíněn u 33 % definic a v britských u 40 % (tab. 12, výraz č. 22). Informace o tom, že *druhy mohou zůstat relativně stálé a neměnit se*, je v českých i britských definicích „přírodního výběru“ obsažena zhruba u 20 % (tab. 12, výraz č. 40).

Údaje o *stálosti druhů* v rámci definic „evoluce“ a „biologické evoluce“ se u evolučních biologů i v českých učebnicích nevyskytují vůbec, v britských učebnicích se tato zmínka objevuje velmi málo, pouze u 10 % pojmu „evoluce“ (tab. 11, výraz č. 40). Tato skutečnost je částečně opodstatněna, jelikož neměnnost druhů není věcí evoluce. Kdyby se druhy neměnily, fakt evoluce nikdy nebude popsán, ale na druhou stranu, i když se některé druhy nemění, neznamená to, že je evoluce zpochybněna. Ačkoli je totiž podstatou evoluce změna, základem přírodního výběru změna být nemusí. Přírodní výběr je tedy mechanismus, který může vést k evoluci druhů, ale zároveň může evoluci zabraňovat. Taková informace je však v učebnicích přírodopisu nebo biologie v rámci „přírodního výběru“, respektive v rámci „Darwinovy teorie“, uváděna velmi málo nebo vůbec, proto mohou mít žáci mylnou představu, že „vývojově staré“ druhy jsou v rozporu s evolucí. Tomu odpovídají i předběžné výsledky výzkumu (Müllerová, in prep.), kde zhruba 30 % učitelů nižších i vyšších gymnázií uvedlo, že jim žáci pokládají otázku: „Proč ještě pořád existují evolučně staré organismy?“

DISKUTOVANÉ VÝRAZY: GEOLOGICKÝ ČAS (Č. 1) A PŘÍBUZNOST DRUHŮ (Č. 3)

Při výkladu pojmu „evoluční teorie“ ukazují výsledky vyšší zastoupení údajů o *geologickém čase*. V českých učebnicích se zmínka o *geologickém čase* v rámci „evoluční teorie“ objevuje u 67 %, v britských učebnicích dokonce u 75 % (tab. 11, výraz č. 1). Takové vysoké zastoupení tohoto údaje se v žádné jiné zkoumané definici nevyskytuje. Nastává tedy otázka, zda je tento údaj záměrně součástí pojmu „evoluční teorie“, jelikož se jedná o informaci hypotetickou – ačkoli můžeme na základě paleontologických nálezů rekonstruovat, co se uskutečnilo *před milióny* či *miliardami let*, je prakticky nemožné takové domněnky v současné době prokázat.

Zajímavý je i odkaz na *příbuznost druhů* (tab. 11, výraz č. 3), tato informace se též vyskytuje nejčastěji při popisu „evoluční teorie“, přestože v českých učebnicích jen u 33 %, což není tak značný rozdíl oproti ostatním definicím, v britských učebnicích se údaj o *příbuznosti druhů* vyskytuje u tří ze čtyř (75 %) definic „evoluční teorie“, tedy výrazně častěji než u jakékoli jiné zkoumané definice. V dané souvislosti je vhodné odkázat na názor K. S. Thomsona (1982), který poznatek o „původu všech organismů ze společného předka“ považuje za hypotézu, nikoli fakt. „Přestože většina vědců, má tendenci jednat, jakoby tento smysl evoluce byl známý fakt, je to jen hypotéza, i když je nezbytná. Nepochybně je to hypotéza velmi silná na základě pevné logiky“ (Thomson, 1982: s. 529). Údaj o společném předkovi či původu druhů může být podstatným rozdílem mezi definicí pojmu „evoluce“ a „evoluční teorie“. Podle K. S. Thomsona (1982), informace o tom, že všechny organismy pochází ze společného předka, v sobě nese určitou domněnku, že život vznikl „jednou“ a nějakým způsobem se rozvinul do současných forem. Na základě paleontologických nálezů je sice možné odvodit určitý princip štěpení jednotlivých druhů, ale rozhodně ho nemůžeme prokázat v přítomném čase. Kromě toho každá rozumně odstupňo-

vaná řada forem může být pomyslně legitimní (Thomson, 1982). Jedná se tak pouze o data, která jsou určitým způsobem interpretována. Také L. A. Moran (2006) uvádí „Jakmile se snažíme definovat evoluci z hlediska historického záznamu, narážíme na různé druhy problémů, protože zaměňujeme evoluci pojímanou jako proces s evolucí koncipovanou jako historií života“ (Moran, 2006).

Rozhodně je ale důležité porozumět tomu, že zařazení poznatků o *společném předkovi* k „evoluční teorii“ nemá v žádném případě degradovat realitu evoluce jako takové, ale naopak zabránit mnohým miskoncepcím, které mohou vznikat na základě přehodnocování určitých vývojových linií. Kdyby se v budoucnu například objevil názor, že na počátku „existovalo“ *několik* odlišných forem života, které se vzájemně diverzifikovaly a daly vzniknout dnešní biosféře, nemění se tím fakt evoluce, ale jen teorie o společném původu všech druhů z jednoho společného předka ve více společných předků. Nebo pokud se za určitých okolností například ukáže, že plazi a ptáci nesdílejí společného předka, nemění se podstata evoluce, ale teorie o společném původu či příbuznosti daných druhů.

Na druhou stranu, zaměříme se nyní na výzkum J. White et al. (2009), který se zabývá rozdílem v definicích „evoluce“ mezi učebnicemi pro kulturní a fyzickou antropologii, a dále správností a shodou definic v jednotlivých částech učebnice. Zajímavé totiž je, že měřítkem správnosti definice jsou stanoveny dva základní údaje, respektive kódy: „vývoj uzpůsobením“ (*descent with modification*) a „společný předek“ (*common ancestry*). Kódy byly navrženy z údajů popsaných v díle Ch. R. Darwina (1859). Zásadním zjištěním daného výzkumu je pak skutečnost, že žádná z definic „evoluce“ ve sledovaných učebnicích neposkytuje oba údaje současně, lépe řečeno, žádná z nich neobsahuje zmínku o společném předkovi; vývoj uzpůsobením je v několika definicích evoluce obsažen (White et al., 2009).

Je otázkou, zda údaj o společném předkovi záměrně přestává být součástí definic „evoluce“, protože se jedná spíše o *teorii*, anebo je to jen důsledek skutečnosti, kterou popisoval T. Dobzhansky (1970), že se „autoři“ již nesnaží definovat, co je to evoluce, a místo toho se zaměřují více na popis mechanismů vedoucích k evoluci (Dobzhansky, 1970). Sami tvůrci výzkumu uvedli, že ačkoli učebnice neposkytovaly hlavní parametry pojmu evoluce, neznamená to, že by neposkytovaly některé exaktní informace týkající se procesu nebo mechanismu evoluce (White et al., 2009).

DISKUTOVANÉ VÝRAZY: PŘEŽITÍ (Č. 10), ÚSILÍ O ŽIVOT (Č. 11), ZDATNOST (Č. 12), REPRODUKCE (Č. 25), POTOMSTVO (Č. 27) A POHLAVNÍ VÝBĚR (Č. 39)

Výraz *přežití* je častým slovem v rámci definice „přírodního výběru“, v českých učebnicích se vyskytuje u 67 % definic a v britských u 73 % (tab. 12, výraz č. 10). Zhruba u třetiny definic „přírodního výběru“ se objevuje ještě specifičtější výraz – *boj o život*, lépe řečeno *úsilí o život* (tab. 12, výraz č. 11). Významně se tím liší od definic pojmů „evoluce“ či „biologické evoluce“, kde se daný výraz téměř nevyskytuje (tab. 11, výraz č. 11). Je zřejmé, že *úsilí o život* nám o faktu evoluce nic neříká, ale skrývá v sobě určitý mechanismus, díky kterému se organismy vyvíjí, proto je opodstatněné, že je zpravidla součástí definic „přírodního výběru“, nikoli vymezením pojmu „evoluce“.

Dalším rozdílným údajem je výraz *zdatnost*, který není obsažen v žádné definici pojmu „evoluce“ (tab. 11, výraz č. 12), ale při výkladu „přírodního výběru“ se vyskytuje v českých učebnicích u 22 % definic a v britských u 33 % (tab. 12, výraz č. 12). V tomto kontextu jsou zajímavé výsledky zahraničního výzkumu (Cunningham & Wescott, 2009), při kterém se ukázalo, že ačkoli se žáci domnívají, že

rozumí slovům „přežití nejzdatnějších“, není tomu tak. Výsledky předkládají, že 53 % z dotazovaných žáků souhlasilo s prohlášením, že „mají jasnou představu o tom, co znamená slovo *zdatnost* v biologickém slova smyslu“, ale zároveň 61 % z nich také souhlasilo s nesprávným tvrzením, že „přežití nejzdatnějších“ v podstatě znamená, že „pouze silný přežije“ (Cunningham & Wescott, 2009: s. 511). Tento poznatek je velmi zajímavý a ukazuje na konkrétní miskoncepci žáků ohledně slova *zdatnost*. Otázkou však je, zda učebnice poskytují prostor se dané nejasnosti vyvarovat. Z obsahové analýzy je patrné, že při definování „přírodního výběru“ je téměř vždy (zhruba v 90 %) odkázáno na jakýkoliv zvýhodňující element, např. *lepší jedinci*, *prospěšnější vlastnosti*, *geny* atp. (tab. 12, výraz č. 13). Naopak *slabí jedinci*, *nevýhovující vlastnosti*, *geny* atp. jsou v rámci definice uvedeny méně často, v českých učebnicích u 56 % a v britských dokonce jen u 20 % definic (tab. 12, výraz č. 14). Žáci si tak nemusí uvědomovat relativní význam výhodných a nevýhodných znaků.

Dalším poznatkem daného výzkumu (Cunningham & Wescott, 2009) zároveň bylo, že většina žáků správně považuje *přežití* a *reprodukcí* za dva hlavní faktory ovlivňující chod evoluce. S tímto tvrzením totiž souhlasilo zhruba 90 % z těch žáků, kteří se domnívali, že „rozumí výrazu přežití nejzdatnějších“, ale i přibližně 90 % z těch, kteří danému výrazu zdánlivě nerozuměli (Cunningham & Wescott, 2009: s. 511–512). Žáci si pravděpodobně neuvědomují souvislost mezi *zdatností* jedince a *reprodukcí*, respektive počtem zanechaných potomků, patrně vidí význam *zdatnosti* jenom v principu přežití. V britských učebnicích je v definicích „přírodního výběru“ údaj o *potomstvu* zastoupen u 73 % (tab. 12, výraz č. 27), výraz *reprodukce* se vyskytuje u 53 % definic (tab. 12, výraz č. 25). Je to poměrně hojné zastoupení ve srovnání s výrazem *zdatnost* (33 %, tab. 12, výraz č. 12). Možná proto si žáci většinou uvědomují určitý význam *reprodukce* v procesu evoluce, ale už jim chybí spojitost s obsahem slova *zdatnost*. Nehledě na to, že princip *pohlavního výběru*, který by mohl danou souvislost žákům přiblížit, se objevuje jen u 7 % britských definic „přírodního výběru“ (tab. 12, výraz č. 39). České učebnice se v daném způsobu interpretace příliš neliší. Výraz *reprodukce* se objevuje u 78 % definic „přírodního výběru“ (tab. 12, výraz č. 25), ale pojem *zdatnost* jen u 22 % (tab. 12, výraz č. 12). Odkaz na *pohlavní výběr* je také zmíněn velmi málo, pouze u 11 % definic „přírodního výběru“ (tab. 12, výraz č. 39). Bylo by přínosné ověřit, zda se podobně jako ve výše představeném výzkumu také u britských a českých žáků objevují podobné nejasnosti ohledně výrazu „přežití nejzdatnějších“.

DISKUTOVANÉ VÝRAZY: GENY (Č. 19), JEDNOTLIVEC (Č. 28) A POPULACE (Č. 29)

Zmínka o *genech* v rámci pojmu „evoluce“ se objevuje u 55 % definic evolučních biologů (obr. 3; tab. 11, výraz č. 19). V českých učebnicích je to u 43 % a v britských u 30 %. V definicích „přírodního výběru“ na *geny* odkazuje 60 % britských definic, ale českých jen 22 %. Paradoxní je, že v jedné britské učebnici (9 %) je výraz *gen* pojen dokonce i s „Darwinovou teorií“, ačkoli Ch. R. Darwin o *genech* ve své době ještě nevěděl. Každopádně je patrné, že britské učebnice, na rozdíl od českých, výrazně častěji zdůrazňují genetické aspekty mechanismu evoluce.

Značná odlišnost je také v četnosti zastoupení slova *populace* a *jednotlivec* v definicích „evoluce“. U evolučních biologů se výraz *populace* vyskytuje u 73 % definic (obr. 3; tab. 11, výraz č. 29), kdežto údaj o *jednotlivcích* zde není vůbec zmiňován (tab. 11, výraz č. 28). V českých i britských učebnicích se tak značné rozdíly ne-

vyskytují, výraz *populace* i *jednotlivec* se v rámci definice „evoluce“ či „biologické evoluce“ víceméně objevují, i když v případě britských učebnic s vyšším odkazem na *populaci* (tab. 11, výraz č. 28).

Vzhledem k tomu, že je evolučními biology pojem „evoluce“ definován převážně jako „změna v genetickém složení populace“ (Moran, 2006), dá se zmíněný rozdíl v zastoupení uvedených výrazů očekávat. Obsahová analýza také ukazuje, že třemi nejčastějšími výrazy v definicích evolučních biologů jsou právě *změna*, *geny* a *populace* (obr. 3), které se v polovině případů vyskytují v jedné definici současně (tab. 13).

Z dendrogramu shlukové analýzy (obr. 7) vidíme, že sledované výrazy se v definicích „evoluce“, „evoluční teorie“ a „biologická evoluce“ vyskytují v nestejnorodém zastoupení. Uvedené definice si jsou různě podobné, o čemž vypovídá značná rozmanitost a vzdálenost jednotlivých shluků v dendrogramu. Naopak definice evolučních biologů se vyskytují poměrně blízko sebe, což naznačuje, že jejich výklady nejsou tak různorodé jako definice uváděné v učebnicích. Tuto skutečnost ale můžeme částečně vysvětlit tím, že v případě učebnic nebyly do analýzy zahrnuty pouze jednoznačné definice, ale i jejich interpretace v širším kontextu, proto je obsah „učebnicových definic“ rozsáhlejší, a nastává tak větší pravděpodobnost odlišností. Přesto je ale pozoruhodné, že míra podobnosti definic je jak v českých, tak britských učebnicích poměrně dosti rozsáhlá. Tyto výsledky se každopádně shodují se závěry již zmíněného výzkumu (White et al., 2009), kde bylo prokázáno, že učebnice antropologie nutně neposkytují jednotnou definici evoluce.

Je také důležité upozornit, že v dendrogramu nejsou patrné jednoznačné shluky, které by vykazovaly určitou diferenciaci mezi definicemi pojmu „evoluce“ a „evoluční teorie“, což naznačuje, že se jejich definice v určitých případech vzájemně překrývají. Tento výsledek se dal částečně očekávat, jelikož pojmy „evoluce“ a „evoluční teorie“ bývají vnímány jako synonyma. Přesto je ale zajímavé, že při bližším zkoumání pomocí obsahové analýzy konkrétních výrazů byly v definicích „evoluční teorie“ objeveny určité odlišnosti (viz diskutované výrazy č. 1 a č. 3). Definice pojmu „biologické evoluce“ se taktéž vyskytují napříč celým dendrogramem (obr. 7) bez jednoznačných separovaných shluků. V takovém případě ale výsledek koresponduje i s obsahovou analýzou a s danou skutečností, že pojem „evoluce“ je v učebnicích přírodopisu a biologie vnímán ve smyslu „evoluce biologické“.

6 ZÁVĚR

V českých učebnicích se nejčastěji ze všech zkoumaných pojmů vyskytuje pojem „Darwinova teorie“, v britských učebnicích pojem „přírodní výběr“. V rámci podobnosti definic zkoumaných pojmů bylo ukázáno, že definice „evoluce“, „biologické evoluce“ a „evoluční teorie“ jsou v českých i britských učebnicích poměrně různorodé. A přestože definice popsané evolučními biology také vykazují určitou variabilitu, jsou si vzájemně výrazně podobnější než definice popsané v učebnicích.

Určitým omezením představeného výzkumu je však skutečnost, že výběr definic evolučních biologů byl převážně subjektivní, přestože bylo snahou postihnout rozmanitý výběr dle původu vědců a jejich specializace, je zcela jednoznačné, že se nejedná o jediný možný výběr. Dále je důležité zdůraznit, že ačkoli je slovem definice myšleno „jednoznačné určení významu konkrétního pojmu“, v mnohých učebnicích se s takovou „slovníkovou“ definicí nesetkáváme. Sledované pojmy bývají v učebnicích vysvětlovány někdy obecně, někdy naopak velmi konkrétně v rámci specifických

situací daného výkladu. Proto bylo v některých případech komplikované určit, které sledované výrazy (tab. 3) jsou či již nejsou součástí „definice“ daného pojmu, a jednalo se tak o subjektivní rozhodnutí.

Diferenciaci výskytu konkrétních výrazů v rámci všech zkoumaných definic je možné na základě obsahové analýzy shrnout následovně:

- Definice „*biologické evoluce*“ je v českých školních učebnicích vždy spojována s vývojem živých systémů a nikdy se neodkazuje na systémy neživé. Ve všech zkoumaných učebnicích byl pojem „evoluce“ popisován ve smyslu „biologické evoluce“, což lze odůvodnit tím, že se jednalo právě o analýzu učebnic přírodopisu a biologie.
- Definice „*evoluce*“ je v českých učebnicích popisována nejvíce jako „vývoj organismů“, popř. jako „vznik nových druhů“. Britské definice při popisu „evoluce“ zdůrazňují „změnu organismů v průběhu času“, zatímco definice evolučních biologů zahrnují převážně „změnu genů v populaci druhů“. Tato částečně rozmanitá interpretace svědčí o určité nejednotnosti definic evoluce.
- Definice „*evoluční teorie*“ většinou zdůrazňují určitá teoretická hlediska, týkající se převážně minulosti vývoje, tzn. *příbuznost organismů* a *fenomén geologického času*. Tím se výrazně liší od definic pojmu „evoluce“.
- Definice „*Darwinovy teorie*“ téměř ve všech českých i britských definicích obsahují informaci o *přírodním výběru*, což je právě stěžejní poznatek Darwinovy teorie. Dalšími častými výrazy v českých definicích jsou slova *vývoj*, *životní prostředí*, *jednotlivec* a také výraz *změna*, který je hojně obsažen i v britských definicích.
- Definice „*přírodního výběru*“ často informuje jak v českých, tak britských učebnicích o *zvýhodňujícím elementu* organismů, o *životním prostředí* a *přežití*. Velmi málo je však s „přírodním výběrem“ pojena informace, že druhy mohou zůstat *relativně stálé* a neměnit se, což může vést k mylné představě, že se všechny druhy nutně mění. Také je v definicích „přírodního výběru“ většinou postrádána zmínka o pohlavním výběru.

Na základě výše uvedených poznatků je zajímavé, že ačkoli bývají pojmy „evoluce“ a „evoluční teorie“ širokou veřejností vnímány jako synonyma, obsahová analýza prokázala, že se ve zkoumaných definicích opakují určité rozdílné informace, které je možné považovat pro dané pojmy za charakteristické. Na druhou stranu bývají definice „evoluce“ a „evoluční teorie“ poměrně různorodé a v určitých částech se vzájemně překrývají, proto nemusí být značná diferenciace vždy zřejmá. Kromě toho je z výsledků patrné, že české a britské učebnice, ale i evoluční biologové definují evoluci částečně odlišným způsobem.

Na základě předkládaných výsledků bude dále ověřováno, jak si jednotlivé zkoumané definice a výrazy s nimi spojené sami žáci vykládají. Takový výzkum může do budoucna prokázat, která z definic je pro žáky nejsrozumitelnější, a která naopak vede k žákovským miskoncepcím v oblasti evoluce organismů.

PODĚKOVÁNÍ

Realizace výzkumu byla podpořena Grantovou agenturou Univerzity Karlovy v Praze; projekt č. 1006213.

LITERATURA

- Cunningham, D. L. & Wescott, D. J. (2009). Still More “Fancy” and “Myth” than “Fact” in Students’ Conceptions of Evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 2(3), 505–517.
- Curriculum for Excellence*. (2013). Scotland. Dostupné z http://www.sqa.org.uk/files_ccc/CfE_CourseSpec_N5_Sciences_Biology.pdf
- Curtis, H. & Barnes, N. S. (1989). *Biology*, 5th ed. Worth Publishers.
- Darwin, C. R. (1859). *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. London: John Murray.
- Darwin, C. R. (1871). *The descent of man, and selection in relation to sex*. Vol. 1. London: John Murray.
- Darwin, C. R. (2006). *O původu člověka*. Praha: Academia. Přeloženo z anglického originálu 1871.
- Darwin, C. R. (2007). *O vzniku druhů přírodním výběrem*. Praha: Academia. Přeloženo z anglického originálu 1859.
- Dobzhansky, T. H., Sinnott, E. W. & Dunn, L. C. (1952). *Principle of genetics*. 4th. ed. McGraw-Hill: London.
- Dobzhansky, T. (1970). *Genetics of the Evolutionary Process*. New York and London: Columbia University Press.
- Ehrlich, P. R. & Holm, R. W. (1963). *The Process of Evolution*. New York: McGraw-Hill.
- Endler, J. A. (1986). *Natural selection in the wild*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Fisher, R. A. (1930). *The genetical theory of natural selection*. Oxford: Clarendon Press.
- Flegr, J. (2005). *Evoluční biologie*. Praha: Academia.
- Futuyma, D. J. (1998). *Evolutionary Biology*. 3rd ed., Sunderland: Sinauer Associates.
- Gould, S. J. (1981). Evolution as Fact and Theory. *Discover*, 2(5), 34–37.
- Gould, S. J. (2002). What Does the Dreaded ‘E’ Word Mean Anyway? In *I Have Landed: The End of a Beginning in Natural History*. New York: Harmony Books.
- Huxley, J. (1953). *Evolution in action*. Harper & Brothers: New York.
- Lenski, R. E. (2000). Evolution: Fact and Theory. *American Institute of Biological Sciences*. Dostupné z <http://www.actionbioscience.org/evolution/lenski.html>
- Li, W. H. (1997). *Molecular Evolution*. Sunderland: Sinauer Associates.
- Mayr, E. (1982). *The Growth of Biological Thought*. Cambridge (MA): The Belknap Press of Harvard University Press.
- Mayr, E. (1988). *Toward a New Philosophy of Biology*. Cambridge: Harvard University Press.
- Mead, L. S. & Scott, E. C. (2010a). Problem concepts in evolution part I: purpose and design. *Evolution Education and Outreach*, 3, 78–81.
- Mead, L. S. & Scott, E. C. (2010b). Problem concepts in evolution part II: cause and chance. *Evolution Education and Outreach*, 3, 261–264.

- Miller, S. J. (1953). A production of amino acids under possible primitive earth conditions. *Science*, 117, 528.
- Moody, D. E. (1996). Evolution and the Textbook Structure of Biology. *Science Education* UO, (4), 395–418. John Wiley & Sons, Inc.
- Moran, L. A. (2006) *What is evolution?* Dostupné z http://bioinfo.med.utoronto.ca/Evolution_by_Accident/What_Is_Evolution.html
- Müllerová, L. (2012). Pojem evoluce a jeho vnímání žáky základních a středních škol. *Scientia in educatione*, 3(2), 33–64.
- Müllerová, L. (in prep.). Interpretace evoluční tematiky na českých školách. *Manuscript in preparation*.
- National Curriculum*. (2013). England. Dostupné z https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/239134/SECONDARY_national_curriculum_-_Science.pdf
- Osborn, H. F. (1918). *The origin and evolution of life: On the theory of action, reaction and interaction of energy*. London: G. Bell and Sons.
- Oparin, A. I. (1938). *The Origin of Life*. New York: Macmillan.
- Ostwald, W. (1910). *Natural Philosophy*. New York: Henry Holt.
- Rámcově vzdělávací program*. (2010). Česká republika. Dostupné z <http://www.nuv.cz/file/133>
- Rámcově vzdělávací program*. (2007). Česká republika. Dostupné z <http://www.nuv.cz/file/159>
- Rector, M. A., Nehm, R. H. & Pearl, D. (2013). Learning the Language of Evolution: Lexical Ambiguity and Word Meaning in Student Explanations. *Research in Science Education*, 43, 1 107–1 133.
- Snustad, D. P. & Simmons, M. J. (2003). *Principles of Genetics*. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons.
- Spencer, H. (1862). *A System of Synthetic Philosophy*. London: Williams & Norgate.
- Strickberger, M. W. (1996). *Evolution*. Jones and Boston: Bartlett Publishers.
- Thomson, K. S. (1982). The meanings of evolution. *American Scientist*, 70, 529–531.
- White, J., Tollini, C. D. Collie, W. A., Strueber, B. M., Strueber, L. H. & Ward, J. W. (2009). Evolution and University-level Anthropology Textbooks: The “Missing Link”? *Evolution: Education and Outreach*, 2(4), 722–737.
- Wilkins, J. (2001). Defining Evolution. *National Center for Science Education*, 21, 29–37.
- Wilson, E. O. (1992). *The Diversity of Life*. Cambridge: Belknap Press.
- Zillmer, H. J. (1998). *Darwins Irrtum*. München: Herbig.
- National Curriculum*. (2013). England. Dostupné z https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/239134/SECONDARY_national_curriculum_-_Science.pdf

ANALYZOVANÉ UČEBNICE

ČESKÉ UČEBNICE: PŘÍRODOPIS PRO ZÁKLADNÍ ŠKOLY

- č. 1: Kvasničková, D., Jeník, J., Froněk, J. & Tonika, J. (2002). *Ekologický přírodopis 9*. Praha: Fortuna.
- č. 2: Černík, V., Martinec, Z. & Vodová, V. (2009). *Přírodopis 8: biologie člověka*. Praha: SPN.
- č. 3: Černík, V., Martinec, Z., Vitek, J. & Vodová, V. (2009). *Přírodopis 9: geologie a ekologie*. Praha: SPN.
- č. 4: Cílek, V., Matějka, D., Mikuláš, R. & Ziegler, V. (2000). *Přírodopis IV: 9*. Praha: Scientia.
- č. 5: Dobroruka, L. J., Cílek, V., Hasch, E. & Storchová, Z. (1997). *Přírodopis I: 6*. Praha: Scientia.
- č. 6: Zapletal, J. (2000). *Přírodopis 9*. Olomouc: Prodos.
- č. 7: Jurčák, J. (2004). *Přírodopis 6*. Olomouc: Prodos.
- č. 8: Maleninský, M., Smrž, J. & Škoda, B. (2004). *Přírodopis pro 6. ročník: botanika 1 a zoologie 1*, Praha: Natura.
- č. 9: Jakeš, P. (1999). *Geologie*. Praha: Natura.
- č. 10: Vaněčková, I., Skýbová, J., Markvartová, D. & Hejda, T. (2006). *Přírodopis 8*. Plzeň: Fraus.

ČESKÉ UČEBNICE: BIOLOGIE PRO STŘEDNÍ ŠKOLY

- č. 1: Berger, J. (1995). *Základy biologie*. Havlíčkův Brod: Tobiáš.
- č. 2: Kubišta, V. (2000). *Obecná biologie*. Praha: Fortuna.
- č. 3: Šmarda, J. (2003). *Genetika*. Praha: Fortuna.
- č. 4: Jelínek, J. & Zicháček, V. (2003). *Biologie pro gymnázia*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc.
- č. 5: Benešová, M., Hamplová, H., Knotová, K., Lefnerová, P., Sáčková, I. & Satrapová, H. (2003). *Odmaturuj z biologie*. Brno: Didaktis. 2003, Brno.
- č. 6: Dostál, P., Řeháček, Z. & Ducháč, V. (1994). *Kapitoly z obecné biologie*. Praha: SPN.

BRITSKÉ UČEBNICE: ÚROVEŇ GCSE (ZÁKLADNÍ ŠKOLY)

- č. 1: Breithaupt, J., Fullick, A. & Fullick, P. (2006). *Science*. Nelson Thornes.
- č. 2: Fullick, A., Cox, B. & Miles, N. (2011). *AQA Science Biology*. Cheltenham: Nelson Thornes Ltd.
- č. 3: Jones, M., Petheram, L. & Tingle, M. (2011). *Science A for Specification Units B1, C1 and P1*. London: Collins.
- č. 4: Fullick, A., Hunt, A., Punter, J., Swinbank, E., Harden, H., Ingram, N., Sang, D. & Wong, V. (2011). *GCSE Science Higher, Twenty first century Science*. Oxford: OCR & Oxford university press.

- č. 5: Torrance, J., Fullarton, J., Marsh, C., Simms, J. & Stevenson, C. (2012). *Biology Intermediate 2*. Paisley: Hodder Gibson.
- č. 6: Bridges, A., Levesley, M., Williams, J. & Workman, C. (2009). *Biology (11–14)*. London: Longman.
- č. 7: Morton, A. (2006). *Success guides Biology Intermediate 2*. Edinburgh: Leckie & Leckie.
- č. 8: Bocian, C., Forrest, D. & Smith, B. (2013). *National 5 Biology Student Book*. Glasgow: Leckie & Leckie.

BRITSKÉ UČEBNICE: ÚROVEŇ A-LEVEL (STŘEDNÍ ŠKOLY)

- č. 1: Torrance, J., Fullarton, J., Marsh, C., Simms, J. & Stevenson, C. (2012). *Higher Biology for CfE*. Paisley: Hodder Gibson.
- č. 2: Torrance, J., Fullarton, J., Marsh, C., Simms, J. & Stevenson, C. (2013). *Biology: National 5*. Paisley: Hodder Gibson.
- č. 3: Barnett, G., Egan, J., Green, B., Hurwitt, B., Masters, L., Phillips, S., Ruthven, C., Schmit, A. & Williamson, A. F. (2012). *AS level Biology for AQA*. Newcastle upon Tyne: CGP.
- č. 4: Barnett, G., Egan, J., Foster, J., Hardwick, J., Harvey, D., Phillips, S., Schmit, A. & Watkins, S. (2012). *A2 level Biology for AQA*. Newcastle upon Tyne: CGP.
- č. 5: Barnett, G., Foster, J., Green, B., Masters, L., Phillips, S., Schmith, A., Watkins, S. & Williamson, A. F. (2012). *AS level Biology for OCR*. Newcastle upon Tyne: CGP.
- č. 6: Barnett, G., Foster, J., Hardwick, J., Harvey, D., Phillips, S., Schmit, A., Watkins, S. & Williamson, A. F. (2012). *A2 level Biology for OCR*. Newcastle upon Tyne: CGP.
- č. 7: Howarth, S., Fullick, P. & Fullick, A. (2008). *Salters-Nuffield Advanced Biology for Edexcel AS Biology*. University of York Science Education Group.
- č. 8: Howarth, S., Fullick, P. & Fullick, A. (2009). *Salters-Nuffield Advanced Biology for Edexcel A2 Biology*. University of York Science Education Group.

LUCIE MÜLLEROVÁ, lucka.muller@gmail.com
Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta
Katedra biologie a environmentálních studií
M. D. Rettigové 4, 116 39, Praha 1, Česká republika

PŘÍLOHY

Tab. I: Skórovací tabulka obsahové analýzy – definice evoluce. Kód definice je vytvořen z kódu konkrétní učebnice (tab. 1), ve kterém se analyzovaná definice nachází, a písmeno E v daném kódu značí, že se jedná o definici pojmu „evoluce“. Sledované výrazy jsou označeny identifikačním i čísly, jejichž seznam je blíže popsán v tabulce 3

kód definice	strana učebnice	identifikační číslo sledovaného výrazu																																							celkem				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39		40	výrazů		
CZ-z-E-2	67	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8		
CZ-z-E-3	66	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CZ-z-E-4	74	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CZ-z-E-5	10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
CZ-z-E-6	54	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
CZ-z-E-7	32-33	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
CZ-z-E-9	32	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
CZ-s-E-1	76	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
CZ-s-E-2	25	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
CZ-s-E-3	106	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
CZ-s-E-4	351	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
CZ-s-E-6	10	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
GB-z-E-3	88, 93	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
GB-z-E-4	206	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
GB-z-E-5	203	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
GB-z-E-6	154	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
GB-s-E-1	76	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
GB-s-E-3	109	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
GB-s-E-5	214	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
GB-s-E-6	138	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	24
GB-s-E-7	151	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
GB-s-E-8	55	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8

Tab. II: Skórovací tabulka obsahové analýzy – definice evoluční teorie. Kód definice je vytvořen z kódu konkrétní učebnice (tab. 1), ve kterém se analyzovaná definice nachází, a písmena ET v daném kódu značí, že se jedná o definici pojmu „evoluční teorie“. Sledované výrazy jsou označeny identifikačním i čísly, jejichž seznam je blíže popsán v tabulce 3

kód definice	strana učebnice	identifikační číslo sledovaného výrazu																																						celkem				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	výrazů		
CZ-z-ET-3	66	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4		
CZ-z-ET-4	75	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
CZ-z-ET-5	23	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
CZ-z-ET-8	12-13	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
CZ-z-ET-9	32	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
CZ-s-ET-3	107-109	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
GB-z-ET-1	110-111	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
GB-z-ET-2	122-123	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
GB-s-ET-5	214	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	
GB-s-ET-8	56	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	

Tab. III: Skórovací tabulka obsahové analýzy – definice biologické evoluce. Kód definice je vytvořen z kódu konkrétní učebnice (tab. 1), ve kterém se analyzovaná definice nachází, a písmena ET v daném kódu značí, že se jedná o definici pojmu „evoluční teorie“. Sledované výrazy jsou označeny identifikačním i čísly, jejichž seznam je blíže popsán v tabulce 3

kód definice	strana učebnice	identifikační číslo sledovaného výrazu																																						celkem			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	výrazů	
CZ-z-BE-4	74	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
CZ-z-BE-5	10	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
CZ-s-BE-1	66	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
CZ-s-BE-4	351	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
CZ-s-BE-5	23	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23
CZ-s-BE-6	40	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Tab. IV: Skórovací tabulka obsahové analýzy – definice biologů. Kód definice uvádí, zda se jedná o pojem „evoluce“ (E) nebo pojem „biologická evoluce“ (BE) a dále zahrnuje číslo označující jméno autora dle seznamu v tabulce 2. Sledované výrazy jsou označeny identifikačními čísly, jejichž seznam je blíže popsán v tabulce 3

kód definice učebnice	strana	identifikační číslo sledovaného výrazu																																							celkem				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	výrazů			
1E	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5		
2E	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
3E	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
4E	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	9	
5BE	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
6BE	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
7E	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
8E	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
9E	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
10E	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
11E	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5

Tab. V: Skórovací tabulka obsahové analýzy – definice Darwinovy evoluční teorie. Kód definice je vytvořen z kódu konkrétní učebnice (tab. 1), ve kterém se analyzovaná definice nachází, a písmena DT v daném kódu značí, že se jedná o definici pojmu „Darwinova evoluční teorie“. Sledované výrazy jsou označeny identifikačním i čísly, jejichž seznam je blíže popsán v tabulce 3

kód definice	strana učebnice	identifikační číslo sledovaného výrazu																																								celkem							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		výrazů						
CZ-z-DT-1	62	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3						
CZ-z-DT-2	10	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7				
CZ-z-DT-3	65-66	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	15				
CZ-z-DT-4	74-75	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	21			
CZ-z-DT-5	23	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7			
CZ-s-DT-1	121-122	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17		
CZ-s-DT-2	26	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14		
CZ-s-DT-3	10	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10		
CZ-s-DT-4	352	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		
CZ-s-DT-6	58	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15		
GB-z-DT-1	111	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7		
GB-z-DT-2	123	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7		
GB-z-DT-3	88	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
GB-z-DT-4	206-207	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
GB-z-DT-5	13	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
GB-z-DT-6	154	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
GB-z-DT-7	48	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
GB-z-DT-8	311	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
GB-s-DT-1	78	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
GB-s-DT-5	214	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
GB-s-DT-8	55-56	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23

Tab. VI: Skórovací tabulka obsahové analýzy – definice přírodního výběru. Kód definice je vytvořen z kódu konkrétní učebnice (tab. 1), ve kterém se analyzovaná definice nachází, a písmena PV v daném kódu značí, že se jedná o definici pojmu „přírodní výběr“. Sledované výrazy jsou označeny identifikačním i čísly, jejichž seznam je blíže popsán v tabulce 3

kód definice	strana učebnice	identifikační číslo sledovaného výrazu																																								celkem					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		výrazů				
CZ-z-PV-1	62–64	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	20			
CZ-z-PV-4	74	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	14		
CZ-z-PV-5	23	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
CZ-z-PV-7	32	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	17		
CZ-s-PV-1	122	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4		
CZ-s-PV-3	67–68	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	
CZ-s-PV-4	353	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15	
CZ-s-PV-5	24–25	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16	
CZ-s-PV-6	58	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
GB-z-PV-1	111	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
GB-z-PV-2	123	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
GB-z-PV-3	89	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
GB-z-PV-4	206–207	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
GB-z-PV-5	202	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
GB-z-PV-6	158–159	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
GB-z-PV-7	48	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
GB-z-PV-8	310	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
GB-s-PV-1	78	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
GB-s-PV-2	183	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
GB-s-PV-3	109	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
GB-s-PV-4	104	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
GB-s-PV-6	139	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
GB-s-PV-7	151	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
GB-s-PV-8	55	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7

Didaktické využití školních zahrad v České republice na primárním stupni základních škol

Zbyněk Vácha

Abstrakt

Hlavním cílem výzkumu bylo zmapovat aktuální stav využívání školních zahrad ve výuce na primárním stupni základních škol v České republice, determinovat potenciální možnosti začlenění školních zahrad do výuky v budoucnosti, a potvrdit hypotézu, že školní zahrada poskytuje vhodný výukový prostor pro výuku na primárním stupni základních škol a zároveň nabízí dostatek příležitostí pro aplikaci badatelsky orientovaných prvků. Na výzkumu participovalo 119 učitelů ze 119 základních škol a 44 studentek Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích studujících obor učitelství pro 1. stupeň základních škol. Data byla získávána dotazníkovým šetřením a analýzou školních vzdělávacích programů. Z výsledku výzkumu vyplývá, že školní zahrady jsou ve výuce na prvním stupni základních škol využívány v rámci všech definovaných vzdělávacích oblastí a jsou postupně transformovány, z čistě pěstitelských, na prostory, které umožňují učitelům do výuky zařadit praktické aktivity v nejrůznějších disciplínách. Představují tak vhodné prostředí pro aplikaci prvků badatelsky orientovaného vyučování.

Klíčová slova: školní zahrada, primární stupeň, badatelsky orientované vyučování.

Didactic Usage of School Gardens at Primary Schools in the Czech Republic

Abstract

The main aim of our research was to map the current use of school gardens at primary schools in the Czech Republic, to determinate possible ways of integrating school gardens in teaching in the future and to confirm a hypothesis that school gardens provide suitable space for teaching at primary schools. Moreover, school gardens offer enough opportunities for the application of elements of inquiry based education. Total of 119 teachers from 119 primary schools and 44 students — future elementary teachers, studying at the Faculty of Education, the University of South Bohemia, took part in the research. The data consisted of filled-in questionnaires and of School Education Programmes. The results of our analysis of data show that school gardens are used for teaching at primary schools in all defined educational areas. School gardens are gradually transformed from the floricultural areas only to the areas which allow for integrating practical activities in different school subjects. Thus, school gardens seem to be suitable for the application of inquiry based education.

Key words: school garden, primary school, inquiry based teaching.

1 VÝUKA V OBLASTI PŘÍRODNÍCH VĚD

V České republice, v Evropě, ale i ve Spojených státech amerických můžeme pozorovat krizi ve výuce přírodovědných předmětů (Papáček, 2010; Evropská komise, 2007; Klemmer, Waliczek & Zajicek, 2005; National Research Council, 1996). Důvody ovlivňující aktuální stav výuky přírodovědných předmětů přináší například výsledky výzkumu PISA 2012 (Programme for International Student Assessment); Papáček (2010); McKinsey et al. (2010); společnost White Wolf Consulting (2009) či Škoda a Doulík (2009). Za hlavní důvody krize považují především stagnující zájem studentů o přírodovědné a technické obory a pokles dosažených výsledků žáků v prostředí základních a středních škol. Tato situace je podle Greena a Griffitha (2003) ovlivněna skutečností, že výuka přírodovědných předmětů je příliš zaměřena na prosté memorování faktů, postrádá kontextuální souvislosti a interdisciplinární propojení. Čížková (2006) dodává, že v rámci neustálého nárůstu nových poznatků a orientace učiva ve prospěch teoretických poznatků dochází ke zvýšení jeho náročnosti. Bowers (2000) uvádí, že školní systém využívá didaktické přístupy, které minimalizují aktivitu žáků, a naopak pojímá žáka jako pasivního příjemce informací. Dalším negativním trendem ovlivňujícím vztah žáků k přírodovědným předmětům je v současném světě výpočetní techniky omezený přímý kontakt dětí s přírodou, který je navíc umocněn v hustě urbanizovaných oblastech (Louv, 2008). Výuka v přírodě má dle Williamse a Browna (2011) potenciál ztraktivnit výuku přírodovědných předmětů a zvýšit zájem o jejich studium. Pro tyto účely představují vhodný prostor areály školních zahrad využitelné již na primárním stupni základních škol (Klemmer, Waliczek & Zajicek, 2005).

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA VÝZKUMU

2.1 ŠKOLNÍ ZAHRADY

2.1.1 VZNIK A VÝVOJ ŠKOLNÍCH ZAHRAD

Školní zahrady začaly být soustavněji budovány až po vydání Všeobecného školního řádu císařovnou Marií Terezií v roce 1774. Zahrady u škol ale sloužily k potřebám učitelů, kteří si zde pěstovali plodiny pro svou obživu. Za první koncepčně založenou školní zahradu na území současné České republiky je považována zahrada vybudovaná MUDr. Karlem Slavojem Amerlingem v Praze ve 40. letech 19. století (Morkes, 2007). V roce 1869 byl vydán říšský školský zákon, který nařizoval školám mít vlastní zahrady. K dalšímu rozvoji školních zahrad a k posílení pracovního vyučování došlo po ukončení 1. a 2. světové války. Školní zahrady měly neustále zejména pěstitelské využití. Po roce 1989 naopak došlo v Československu a později v samostatné České republice k výraznému rušení školních zahrad. Důvodů bylo několik: oslabení výuky pracovního vyučování a pěstitelských prací školským systémem, transformace školních zahrad v plochy s odlišným využitím (např. dopravní hřiště, parkoviště, sportovní areály), popřípadě prodej jiným subjektům (Chmelová, 2010). Aktuálně dochází celosvětově k opětovné podpoře využívání školních zahrad ve výuce. Školní zahrady jsou transformovány z čistě pěstitelských na prostory, které umožňují do výuky aplikovat praktické aktivity v rozmanitých disciplínách (Vácha & Petr, 2013).

2.1.2 VYMEZENÍ ŠKOLNÍCH ZAHRAD

Školní zahrada je mnohými autory (např. Smith & Motsenbocker, 2005; Robinson & Zajicek, 2005; Cutter-Mackenzie, 2008) považována za moderní výukový prostor, který umožňuje pedagogům do vyučování začlenit praktické aktivity v rozmanitých mezioborových disciplínách, poskytuje dynamické prostředí, ve kterém se studenti zabývají pozorováním, objevováním, experimentováním a podléhají zde výchovně vzdělávacímu procesu. Prostory školních zahrad představují živou laboratoř, v níž jsou získávány zkušenosti z reálného života názorněji než z příkladů v učebnici. Výuka v takovémto prostředí umožňuje učitelům aktivně zapojit žáky do vyučování přímo v přírodě a přiblížit jim tak svět rostlin, živočichů či neživou přírodu (Williams & Brown, 2012). Právě školní zahrady by mohly představovat ideální místo pro přímý kontakt žáků s přírodou. Výukou na školní zahradě by se tak učitelé mohli pokusit pomoci najít žákům cestu k přírodovědným předmětům a přírodě vůbec (Vácha & Petr, 2013).

Školní zahrady splňují i další žádoucí trend ve vzdělávání, jsou vhodným prostorem pro rozvoj interdisciplinarit ve výuce. To znamená, že umožňují propojování poznatků z předmětů jako je matematika, přírodověda, výuka jazyků, výtvarná a tělesná výchova či výchova ke zdraví (Sobel, 2004). Školní zahrady také mohou žákům přiblížit bezprostřední okolí, ve kterém žijí (Smith, 2002), a představují potenciálně vhodné prostředí pro badatelské činnosti (Smith & Motsenbocker, 2005; Nabhan, 1997). Poskytují tak příležitost zavádět do výuky rozdílné výukové styly kladoucí větší důraz na aktivitu žáka (Williams & Brown, 2011). Badatelsky orientované metody výuky využívané v přírodě jsou velmi důležitým formativním prvkem žákova vnímání okolního světa, a mohly by tak přispět k lepším výsledkům žáků ve výuce. Již žáci na primární škole by měli být schopni rozpoznávat jednoduché problémy, navrhnout jejich řešení a realizovat je v praxi, diskutovat o jednotlivých způsobech řešení se spolužáky a s učitelem a využívat jednoduché přístroje k měření, odlišovat přírodní objekty od umělých prvků, popsat základní životní cykly, organismy a prostředí, ve kterém žijí (Parajuli & Williams, 2005). Takto zvolené učební postupy pak působí kladně na rozvoj kritického myšlení (Smith & Gruenwald, 2008). Vzděláváním na školních zahradách navíc mohou učitelé do výuky přinést základní principy udržitelného rozvoje a jiných skutečností využívaných v běžném životě (Castagino, 2005; Kiefer, Williams & Kemple, 1998) a propojovat tak získané znalosti žáků s jejich praktickým využitím (Williams & Brown, 2011).

2.2 AKTUÁLNÍ VYUŽITÍ ŠKOLNÍCH ZAHRAD VE VÝUCE

V současnosti je využití školních zahrad v České republice, na rozdíl od situace ve Spojených státech amerických, Kanadě, Austrálii, Velké Británii či Německu (Fenoughty, 2001; Seth, 2003; Dymont, 2005; Graham et al., 2005; Parsons, 2006; Cutter-Mackenzie, 2008), ve výuce částečně omezeno, přitom školní zahrady představují vhodné prostředí pro simulaci terénu a areál pro aplikaci terénní výuky v blízkosti budov základních škol (Vácha & Petr, 2013).

Koncepce školství v České republice „Rámcově vzdělávací program pro základní vzdělávání“ poskytuje učitelům značnou možnost využívat prostory školních zahrad ve vyučovacím procesu, a to nejen ve výuce přírodovědných předmětů (Horká, 1996).

3 CÍL VÝZKUMU

Hlavním cílem výzkumu je zmapovat aktuální stav využívání školních zahrad v České republice ve výuce na primárním stupni základních škol a determinovat potenciální možnosti začlenění školních zahrad do výuky v budoucnosti. Potvrdit tak hypotézu, že školní zahrada, která je ve výchovně vzdělávacím procesu často opomíjená, poskytuje vhodný výukový prostor pro výuku na primárním stupni základních škol a zároveň nabízí dostatek příležitostí pro aplikaci badatelsky orientovaných prvků. Příspěvek svým zaměřením navazuje na výzkumy Váchy a Petra (2013), pracovníků střediska environmentální výchovy a vzdělávání Chaloupky (Burešová et al., 2007) či na výzkum Grahama et al. (2005) z kalifornského prostředí.

4 METODIKA VÝZKUMU A PRIMÁRNÍ INFORMACE O RESPONDENTECH

Data byla získávána dotazníkovým šetřením a analýzou školních vzdělávacích programů jednotlivých škol v České republice s ohledem na zařazování aktivit realizovaných nebo realizovatelných na školních zahradách v prostředí 1. stupně základních škol. Dotazníky byly vždy vyplňovány pedagogem vyučujícím na 1. stupni patřičné základní školy během osobního setkání s autorem. Fakt, že výuka v prostředí 1. stupně základních škol je v České republice takřka výhradně doménou žen, ovlivňuje genderové zastoupení dotazovaných (94 % vzorku tvořily ženy). Jednalo se tedy o tzv. dostupný výběr (Skutil, 2011).

Dotazník obsahoval 16 otázek a byl rozdělen do 5 oblastí: a) identifikační údaje, b) obecné informace o školní zahradě, c) využití školních zahrad při výuce (pro výuku v rámci jakých vzdělávacích oblastí a k jakým výukovým aktivitám je využívána, vhodnost školních zahrad pro aplikaci prvků badatelsky orientovaného vyučování), d) další využití školních zahrad a e) příčiny zániku školních zahrad. Dále měli dotazovaní vlastními slovy napsat, jak vnímají prostory školních zahrad. Výzkumný nástroj byl vytvořen modifikací dotazníků střediska environmentální výchovy a vzdělávání Chaloupky (Burešová et al., 2007) a Grahama et al. (2005) pro výzkum ve státě Kalifornie tak, aby odpovídal aktuálnímu výzkumnému záměru (došlo k zestíhnutí původních výzkumných nástrojů a naopak byly přidány dotazníkové položky týkající se výuky badatelsky orientovaného vyučování v prostorách školních zahrad). Dotazník byl pilotně testován dvaceti náhodně vybranými pedagogy 1. stupně základních škol a následně upraven do definitivní podoby. Sběr dat probíhal od září 2013 do června 2014. Osobním přístupem k jednotlivým vyučujícím byla zajištěna 100% návratnost vyplněných dotazníků. Na průzkumu spolupracovalo 119 učitelů ze 119 různých základních škol z celé České republiky. Vzorek obsahoval jednak učitele začátečníky (první rok v praxi) a na druhé straně pedagogy s mnohaletou praxí (max. uvedená doba praxe byla 40 let). Průměrná doba praxe respondentů činila 13,5 roku.

Na výzkumu dále participovalo 44 studentek (genderové zastoupení je dáno oborem, který je takřka výhradně doménou žen) Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích studujících obor učitelství pro první stupeň základních škol (2. ročník). Do výzkumu byly zařazeny záměrně, aby mohlo dojít k porovnání názorů na výuku v prostředí školních zahrad mezi pedagogy z praxe a budoucími vykonavateli pedagogického řemesla v rámci prvního stupně základních škol. Úkolem každé participující bylo během jedné vyučovací hodiny na prázdný papír spontánně uvést libovolný po-

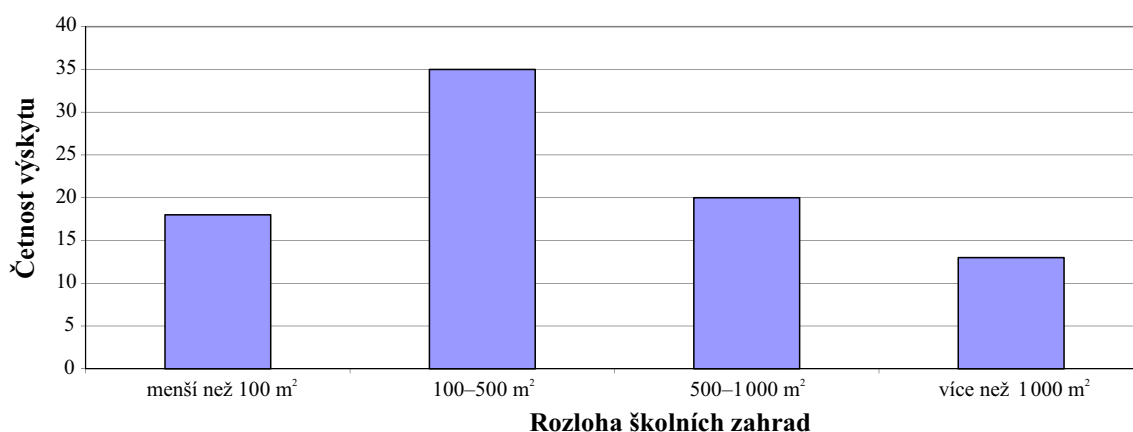
čet tematických okruhů či aktivit z různých vzdělávacích oblastí, pro jejichž výuku by bylo vhodné využít prostředí školní zahrady, napsat, zdali vůbec školní zahradu považují jako vhodný výukový prostor či nikoliv, a vyjádřit svůj názor na využití badatelsky orientovaných metod ve výuce v prostředí školních zahrad na prvním stupni základních škol. Administrace odpovědí pak spočívala v jejich zaznamenání, generalizaci a přiřazení do příslušné vzdělávací oblasti.

5 VÝSLEDKY

5.1 VYUŽITÍ ŠKOLNÍCH ZAHRAD V PROSTŘEDÍ 1. STUPNĚ ZÁKLADNÍCH ŠKOL

Možnost využívat školní zahradu pro výukové a ostatní aktivity má ze 119 participujících školských zařízení 86 základních škol (72 % dotazovaných). Zbýlých 33 škol (28 % dotazovaných) školní zahradou nedisponuje. Školní zahrady jsou u většiny škol přímo součástí areálu školy. 79 učitelů (66 %) považuje školní zahradu za ideální prostor pro doplnění a obohacení konvenční výuky na prvním stupni základních škol. 22 dotazovaných (19 %) ve školních zahradách nevidí žádoucí potenciál pro výuku na primární škole a 18 respondentů (15 %) si není po zvážení výhod a nevýhod implementace školních zahrad do výuky jisto.

Nejčastěji mají zahrady u škol rozlohu v rozmezí od 100 m² do 500 m². Vyskytují se však i zahrady, které svou rozlohou převyšují 1 000 m². Druhým extrémem jsou pak školní zahrady menší než 100 m² (viz obr. 1).



Obr. 1: Přibližná rozloha školních zahrad

Z 33 škol, které nemají možnost využívat školní zahradu, ji 12 škol v minulosti mělo, ale došlo k jejímu zrušení či přeměně na plochy s odlišným využitím (např. parkoviště, školní hřiště, prodej pozemku jinému subjektu). Základní školy, které nemají k dispozici využití školní zahrady, o jejich vybudování prozatím neuvažují. Jako hlavní důvody jsou uváděny absence potřebné plochy pro vybudování školní zahrady, vysoké finanční náklady na vývoj a údržbu, malé pochopení ředitelů škol a nedostatečná opora pro výuku na školních zahradách v kurikulárních dokumentech. Ze slovních odpovědí učitelů na otevřenou dotazníkovou položku *Jak vnímají učitelé školní zahrady?* vyplývá, že učitelé vidí školní zahrady jako prostor, který jim umožňuje dostat děti do přírody v relativně krátkém časovém úseku, a seznámit je tak především s přírodními podmínkami v bezprostředním okolí školy a mnohdy i v okolí bydliště žáků.

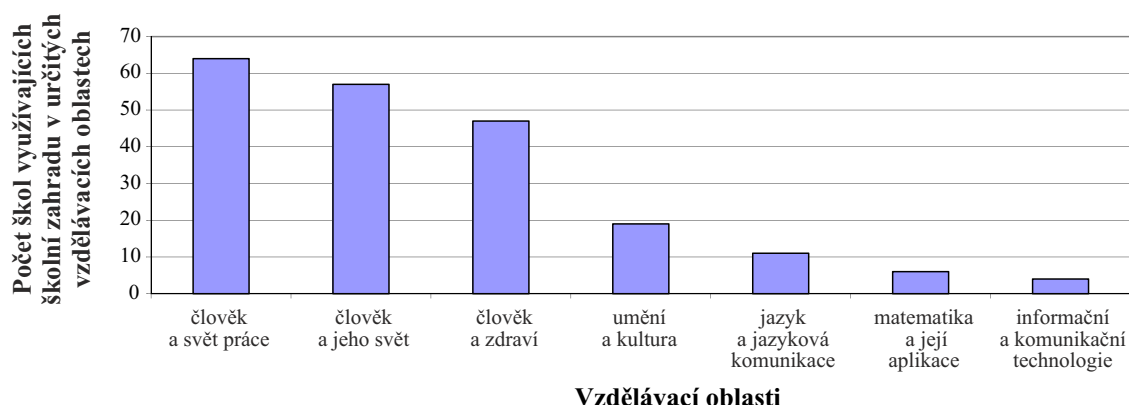
Tabulka 1 poukazuje na skutečnost, že školní zahrady jsou v České republice stále vybaveny převážně prvky typickými pro výuku pěstivalských prací. Postupně však dochází k jejich přeměně či dostavbě v zahrady s komplexnějším využitím, především díky budování interdisciplinárních prvků, jako jsou broukoviště, vodní biotopy, meteorologické stanice atd.

Tab. 1: Vybavení školních zahrad

oddělení okrasných rostlin	48
zelinářské oddělení	39
ovocný sad	36
skleník	30
přírodní učebna	26
oddělení léčivých rostlin	22
biotop suché stanoviště	14
broukoviště	13
vodní biotop	10
meteorologická stanice	10
geologická stezka	6
hřiště	5
hmatový chodník	5
ptačí a netopýří budky	4

5.2 VÝUKA NA ŠKOLNÍ ZAHRADĚ V RÁMCI JEDNOTLIVÝCH VZDĚLÁVACÍCH OBLASTÍ NA PRVNÍM STUPNI ZÁKLADNÍCH ŠKOL

V České republice je pro výuku na prvním stupni základních škol definováno celkem 7 vzdělávacích oblastí: a) jazyk a jazyková komunikace, b) matematika a její aplikace, c) informační a komunikační technologie, d) člověk a jeho svět, e) člověk a zdraví, f) umění a kultura a g) člověk a svět práce. Všechny školy, které disponují školní zahradou a participují na výzkumu, ji využívají k výuce alespoň v jedné vzdělávací oblasti (viz obr. 2).



Obr. 2: Využití školní zahrady v jednotlivých vzdělávacích oblastech na 1. stupni ZŠ

Jako příklady konkrétních aktivit pro výuku na školní zahradě spadajících do příslušných vzdělávacích oblastí pro první stupeň, uváděných dotazovanými učiteli, můžeme uvést následující: a) člověk a svět práce – výroba hmyzího hotelu, krmítka,

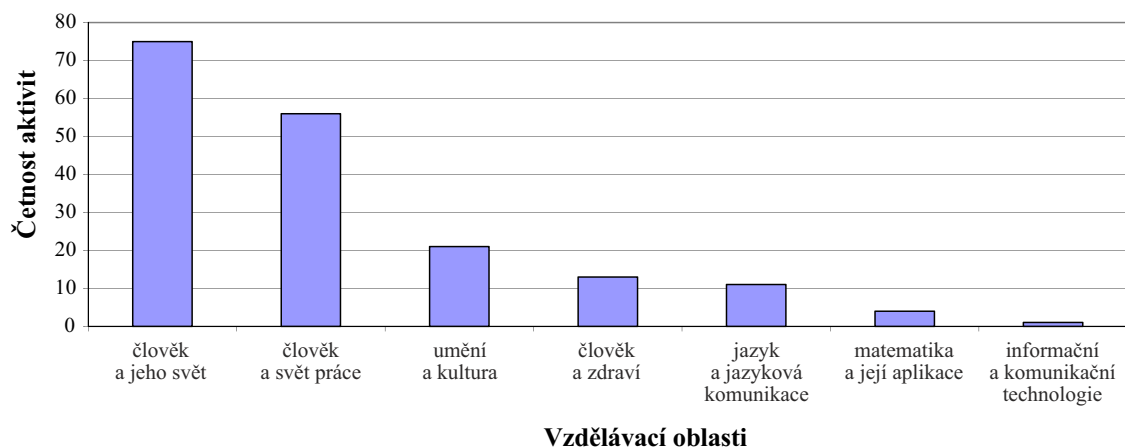
ptačích či netopyřích budek, výsadba a sklizeň plodin, b) člověk a jeho svět – inventarizační výzkum a pozorování různých stanovišť, determinace organismů, vliv teploty na výskyt živočichů, pozorování proměn přírodnin v závislosti na ročním období, faktory potřebné pro růst a vývoj rostlin, zkoumání potravních řetězců, meteorologické prvky, c) pěstování bylin a jejich následné využití (např. výroba bylinkového čaje), zdravá výživa a správné stravovací návyky, nejrůznější pohybové aktivity na čerstvém vzduchu, d) umění a kultura – frotáž kůry stromů, výroba ručního papíru, kresba a malba zahradních objektů, e) jazyk a jazyková komunikace – popsat den ústí rostliny v zahradě, opatření rostlin tabulkami se jmény, čtení o zahradě, vedení zahradního deníku, f) matematika a její aplikace – počítání zástupců jednotlivých přírodnin, vytyčení délkových měř, jednoduché grafy teplot půdy a vzduchu, odečítání dat z meteorologické stanice a g) informační a komunikační technologie – pořizování a jednoduché počítačové zpracování fotografií zahradních objektů.

Téměř polovina základních škol má pro výuku na školní zahradě v učebních osnovách dokonce zakotvenou pevnou časovou dotaci. Jedná se o 55 z dotazovaných škol (46 %). Tato časová dotace je variabilní. Obecně lze říci, že stoupá společně s ročníkem školní docházky. To znamená, že nejmenší časovou dotaci pro výuku na školní zahradě mají žáci v 1. ročníku, a naopak nejvyšší pak v 5. ročníku. Ostatní školy, které vlastní školní zahradu, ji využívají dle potřeby a zejména v závislosti na vyučovaném tématu, pro projektové dny či jako zásobárnu experimentálního materiálu. Většina participujících navíc ve školních zahradách vidí vhodné prostředí pro zavádění badatelsky orientovaných prvků do vyučování (91 respondentů, 76 %) a to zejména ve vzdělávací oblasti člověk a jeho svět (např. pro tematické celky jako: skladba rostlinného těla, složení půdy či objevování a determinace obyvatelů školní zahrady).

Školní zahrady však nejsou využívány jen k účelům vázaným přímo k výuce samotné. Často jsou využívány i pro mimo výukové aktivity, např. pro pohyb žáků na čerstvém vzduchu o přestávkách či v rámci školní družiny, a i přes všechny hygienické předpisy jako zdroj čerstvého ovoce a zeleniny ve školní jídelně.

Výzkumu se účastnily také studentky učitelství pro první stupeň základních škol (viz metodika). Dvacet respondentek (45 %) z řad studentek by školní zahradu vůbec do vyučování nezahrnulo, 15 dotazovaných (35 %) naopak vidí ve výuce na školních zahradách přínos pro žáky na primární škole a do vyučování by se ji snažilo co nejvíce implikovat a 9 dotazovaných (20 %) by se rozhodlo až na základě konkrétní podoby a polohy školní zahrady. Jako hlavní důvod, proč nevyužívat školní zahrady ve výuce, respondentky uváděly především neoblubu pěstitelských prací během základní školní docházky, mezi dalšími odpověďmi se objevila přílišná časová náročnost, nedostatečné materiální zabezpečení školních zahrad či absence tematicky zaměřeného předmětu v pregraduální přípravě. Obrázek 3 zachycuje rozřazené četnosti aktivit pro výuku na školní zahradě do příslušných vzdělávacích oblastí tak, jak je respondentky uvedly.

Pro upřesnění můžeme uvést příklady konkrétních návrhů aktivit vhodných pro výuku na školní zahradě tak, jak je vidí budoucí učitelky pro primární stupeň základních škol: a) člověk a jeho svět – porovnávání různých biotopů (zahradní jezírko, květnatá louka, písčina, . . .), pozorování oblohy, určení světových stran, tvorba seného nálevu, geocaching, odlitky stop či určování stáří stromů, b) člověk a svět práce – výroba ptačích budek, větrníků, základní agrární postupy, tvorba kompostéru a založení kompostu, výroba vánočních svíců, pletení velikonočních pomlázek či zazimování školní zahrady, c) umění a kultura – kreslení a malba zahradních objektů, barvení pomocí přírodních materiálů, výroba pravěkých nástrojů či posta-



Obr. 3: Aktivity pro výuku na školní zahradě v rámci jednotlivých vzdělávacích oblastí pohledem studentek učitelství pro první stupeň základních škol

viček z kaštanů, d) člověk a zdraví – založení bylinkové spirály, výroba jednoduchých mastiček, pohyb po pocitovém chodníčku, seznámení se základy první pomoci či různá relaxační cvičení, e) jazyk a jazyková komunikace – vyprávění pohádky o zahradě, popis zahrady, výuka slovní zásoby cizího jazyka či učení pojmenovávat věci správným jménem, f) matematika a její aplikace – výuka elementárních početních operací s využitím objektů na školní zahradě a g) informační a komunikační technologie – základní zpracování fotografií pořízených na školní zahradě. Celkem 31 respondentek (70 %) vidí v prostorách školních zahrad potenciálně vhodné prostředí pro aplikaci metod badatelsky orientovaného vyučování, zejména z hlediska dostatečné zásobárny experimentálního materiálu, zbylých 13 (30 %) je opačného názoru.

6 DISKUSE A ZÁVĚR

Při celkovém pohledu na výsledky aktuálního výzkumu můžeme konstatovat, že pomalu dochází ke změně názoru pedagogické veřejnosti na využití školních zahrad ve výukovém prostředí prvního stupně základních škol. Školní zahrady, jak už uvádí např. Vácha a Petr (2013) či Burešová et al. (2007), jsou v České republice využívány v rámci všech existujících vzdělávacích oblastí. Na rozdíl od situace ve Spojených státech amerických, v Kanadě či Velké Británii jsou školní zahrady ovšem nejvíce využívány ve vzdělávací oblasti člověk a svět práce. Američtí učitelé, jak vyplývá z výzkumu Grahama et al. (2005), využívají školní zahrady zejména pro výuku v oblasti přírodovědných předmětů (95 % zúčastněných škol, $N = 4\,194$ škol), environmentálních studií (70 %), zdravé výživy (66 %), jazyků (60 %) a matematiky (60 %). Pracovní činnosti, které bychom v České republice mohli považovat za ekvivalent vzdělávací oblasti člověk a svět práce, se z hlediska četnosti odpovědí respondentů objevily až na následujícím místě (pro výuku pracovních činností využívá školní zahrady pouze 46 % na výzkumu participujících škol). Zde můžeme sledovat hlavní rozdíl mezi využíváním školní zahrady v České republice a ve státech, jako jsou Spojené státy americké, Kanada či Velká Británie, jelikož k podobným závěrům jako Graham et al. (2005) docházejí výzkumní pracovníci v Kanadě, Německu a Velké Británii (např. Seth, 2003; Dymont, 2005; Parsons, 2006; Cutter-Mackenzie, 2008). V České republice na tento trend, měnit školní zahrady z čistě pěstitelských na prostory, které umožňují do výuky začlenit praktické aktivity v rozmanitých mezi-

oborových disciplínách, pomalu navazujeme. Postupně dochází v prostředí školních zahrad k oslabení výuky v rámci vzdělávací oblasti člověk a svět práce na úkor ostatních vzdělávacích oblastí, zejména pak oblastí jako člověk a jeho svět, umění a kultura a člověk a zdraví, které zaznamenaly za posledních deset let ve vzdělávání v prostředí školních zahrad viditelný nárůst (Vácha & Petr, 2013). Tato skutečnost je podpořena zaváděním nových prvků do prostředí školních zahrad (např. hmyzí hotel, broukoviště, geologická stezka, biotop zahradní jezírko, biotop písčina, květnatá louka, hřiště, hmatový chodník atd.), které tak umožňují snadnější využití těchto prostor v ostatních vzdělávacích oblastech. Až budoucnost ukáže, zdali transformace výuky v prostředí školních zahrad bude hodnocena jako pozitivní, či se budeme vracet zpět k posílení výuky ve vzdělávací oblasti člověk a svět práce. Určitě by ale do budoucna nemělo dojít k úplnému potlačení výuky pěstitelských prací, jak uvádí např. i Burešová et al. (2007).

Rozdílný názor na využívání školních zahrad můžeme nalézt v názorech učitelů z praxe a studentek 2. ročníku učitelství pro první stupeň základních škol. Zatímco většina učitelů (66 % dotazovaných) z praxe vidí ve školních zahradách ideální prostor pro doplnění a obohacení konvenční výuky na prvním stupni základních škol, téměř polovina respondentek z řad studentek učitelství pro první stupeň základních škol (44 %) by školní zahradu do výuky vůbec nezařadila. Zde se odráží skutečnost, kdy studentky mají ještě v paměti vlastní zkušenost s výukou na školní zahradě, která byla v minulosti orientována takřka výhradně na činnosti spadající do oblasti člověk a svět práce a která všeobecně nepatří mezi oblíbené. Na druhé straně vymyslet aktivity pro výuku na školní zahradě nebyl pro studentky žádný problém (viz kapitola Výsledky). To znamená, že tvůrčí potenciál pro výuku na školní zahradě v sobě mají. Úkolem současných pedagogů a pedagožek je pak pomoci budoucím učitelům a učitelkám tento existující potenciál aplikovat do praxe, ať již prostřednictvím výuky předmětu pěstitelské práce v rámci studia na vysoké škole nebo prostřednictvím průběžných pedagogických praxí či organizací speciálně zaměřených seminářů a workshopů. Respondenti z řad učitelů z praxe, ale i studentky učitelství pro první stupeň, spatřují ve školních zahradách potenciálně ideální prostředí pro zavádění aktivizačních metod výuky, jako je např. badatelsky orientované vyučování.

Závěrem můžeme konstatovat, že školní zahrady, jak vyplývá z aktuálního výzkumu, jsou na prvním stupni základních škol využívány ve výuce všech vzdělávacích oblastí, ale i v aktivitách, které s výukou přímo nesouvisejí a mají potenciál pro aplikaci prvků badatelsky orientovaného vyučování. Do budoucna, když zohledníme zlepšující se materiální vybavení nebo postupnou změnu názoru na využití školní zahrady, mají školní zahrady ještě daleko větší potenciál pro častější zapojení do běžné výuky. Mohou tak v budoucnu poskytnout více příležitostí aktivně zapojit žáky do vyučování přímo v přírodě a podporovat jejich vztah k přírodovědným předmětům a přírodě vůbec.

PODĚKOVÁNÍ

Studie vznikla s grantovou podporou Grantové agentury Jihočeské univerzity GAJU 078/2013/S.

LITERATURA

- Bowers, C. A. (2000). *Let them eat data: How computers affect education, cultural diversity, and the prospects of ecological sustainability*. Athens: University of Georgia Press.
- Burešová et al. (2007). *Učíme se v zahradě*. Kněžice: Středisko environmentální a ekologické výchovy Chaloupky.
- Castagnino, L. (2005). *Gardens and grade level expectations: The link between environmental education and standardized assessments*. [Unpublished master's thesis]. Providence, RI: Brown University.
- Cutter-Mackenzie, A. (2008). *Research Report 2: Multicultural school gardens*. Melbourne: Monash University and Gould Group.
- Čížková, V. (2006). *Experimentální metoda v oborových didaktikách – možnosti a omezení*. Příspěvek na konferenci Současné metodologické přístupy a strategie pedagogického výzkumu pořádané ve dnech 5.–7. září 2006 na ZČU [cit. 2014–10–05] Dostupné z <http://www.kpg.zcu.cz/capv/HTML/127/default.htm>
- Dyment, J. E. (2005). *The Power and Potential of School Ground Greening in the Toronto District School Board*. Toronto: Evergreen.
- Evropská komise. (2007). *Science Education NOW*. Dostupné z http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-roc-card-on-science-education_en.pdf
- Fenoughty, S. (2001). The Landscape of the School Grounds. *Environmental education Research*, 68, 6–8.
- Graham, H., Beall, D. L., Lussier, M., McLaughlin, P. & Zidenberg-Cherr, S. (2005). Use of School Gardens in Academic Instruction. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 37(3), 147–151.
- Greene, M. & Griffith, M. (2003). Feminism, philosophy, and education: Imagining public spaces. In Blake, N., Smeyers, P., Smith, R. & Standish, P. (Eds.), *The Blackwell guide to the philosophy of education* (73–92). Oxford: Blackwell.
- Horká, H. (1996). *Teorie a metodika ekologické výchovy*. Brno: Paido.
- Chmelová, Š. (2010). *Pěstitelství na základní škole I. Didaktika výuky*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Kiefer, J., Williams, D. R. & Kemple, M. (1998). *Digging deeper: Integrating youth gardens into schools & communities*. Vermont: Foof Works.
- Klemmer, C. D., Waliczek, T. M. & Zajicek, J. M. (2005). Growing minds: the effects of a school gardening program on the science achievement of elementary students. *Hort technology*, 15(3) 448–452.
- Louv, R. (2008). *Last child in the woods: Saving our children from nature-deficit disorder*. Chapel Hill, NC: Algonquin Books.
- McKinsey et al. (2010). *Klesající výsledky českého a základního školství: fakta a řešení*. Dostupné z http://www.arg.cz/Ok_koncepce/Edu_report.pdf
- Morkes, F. (2007). *Učíme se v zahradě*. Kněžice: Středisko environmentální a ekologické výchovy Chaloupky.
- Nabhan, G. P. (1997). *Cultures of habitat: on nature, culture, and story*. Washington, DC: Counterpoint.

- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: The National Academy Press.
- Papáček, M. (2010). Limity a šance badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice, In M. Papáček (Ed.), *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi 2010*. Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010 (145–162). České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Parajuli, P. & Williams, D. (2005). *Learning Gardens Laboratory: Health, multiculturalism, and avademic achievement*. A report submitted to the Portland City Council, Portland, Oregon.
- Parsons, G. (2006). *Heading Out. Exploring the impact of outdoor experiences on young children*. Kent: Learning through Landscapes.
- PISA. (2012). *Program for international Students Assessment*. Dostupné z <http://www.pisa2012.cz/>
- Robinson, C. W. & Zajicek, J. M. (2005). Growing minds: the effects of a one-year school garden program on six constructs of life skills of elementary school children. *Hort Technology*, 15(3), 453–457.
- Seth, A. (2003). The history of school garden in Germany. *Environmental Education*, 73, 9–10.
- Skutil, M. (2011). *Základy pedagogicko-psychologického výzkumu pro studenty učitelství*. Praha: Portál.
- Smith, G. A. (2002). Place based education: learning to be where we are. *Phi Delta Kappan*, 82(8), 584–594.
- Smith, G. & Gruenevald, D. (2008). *Place-based education in the global age: Local diversity*. New York, NY: Lawrence Erlbaum Associates.
- Smith, L. L. & Motsenbocker, C. E. (2005). Impact of hands-on science through school gardening in Louisiana public elementary schools. *HortTechnology*, 15(3), 439–443.
- Sobel, D. (2004). *Place-based education: Connecting classrooms and communities*. Great Barrington, MA: The Orion Society.
- Škoda, J. & Doulík, P. (2009). Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 19(3), 24–44.
- Vácha, Z. & Petr, J. (2013). Inquiry based education at primary school through school gardens. *Journal of International Scientific Publications: Education Alternatives*, 4, 219–230.
- White Wolf Consulting, (2009). *Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory*. Dostupné z http://ipn.msmt.cz/data/uploads/portal/Duvody_nezajmu_zaku_o_PTO.pdf
- Williams, D. R. & Brown, J. D. (2011). Living soil and sustainability education: linking pedagogy with pedology. *Journal of Sustainability Education*, vol. 2. Dostupné z <http://www.jsedimensions.org/wordpress/wp-content/uploads/2011/03/WilliamsBrown2011.pdf>

ZBYNĚK VÁCHA, zvacha@pf.jcu.cz
Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta
Katedra biologie
Jeronýmova 10, 370 05 České Budějovice, Česká republika

Badatelsky orientované vyučování matematice

Libuše Samková, Alena Hošpesová, Filip Roubíček, Marie Tichá

Abstrakt

Tento text je shrnutím našich dosavadních poznatků o uplatňování myšlenek badatelsky orientovaného vyučování matematice. Po nezbytném vymezení některých pojmů v něm představujeme, jak je chápáno badatelsky orientované vyučování matematice. Využíváme podněty přicházející z didaktiky přírodovědných předmětů a navazujeme na související podněty a poznatky z didaktiky matematiky. Ukazujeme, (a) jak existující didaktické teorie a podoby školní praxe v matematickém vzdělávání korespondují s badatelsky orientovaným vyučováním; (b) co může být zdrojem matematického bádání ve škole; (c) čím jsou charakteristické matematické úlohy, které mohou vést k badatelským aktivitám žáků. V závěru uvádíme náměty několika úloh podněcujících badatelsky orientované vyučování matematice.

Klíčová slova: badatelsky orientované vyučování matematice, bádání, vědecké bádání, badatelská úloha, badatelské aktivity žáků.

Inquiry-based Mathematics Teaching

Abstract

The study summarizes current knowledge of the implementation of inquiry-based mathematics teaching. After the necessary explanation of several concepts we introduce our understanding of inquiry-based teaching in mathematics. Our thoughts are inspired by stimuli from science education, and based on related stimuli and findings in mathematics education. We show (a) how existing educational theories and forms of school practice correspond to the inquiry-based mathematics teaching; (b) what can be a source of mathematical inquiry in school; (c) what are the characteristic mathematical tasks that may lead to inquiry activities of pupils. At the end, we propose several tasks suitable for stimulating inquiry-based mathematics teaching.

Key words: inquiry-based mathematics teaching, inquiry, scientific inquiry, inquiry-stimulating task, inquiry activities of pupils.

Inquiry-based mathematics education refers to a student-centered paradigm of teaching mathematics and science, in which students are invited to work in ways similar to how mathematicians and scientists work.

Encyclopedia of Mathematics Education (Dorier & Maaß, 2014: s. 300)

Badatelsky orientované vyučování (BOV) je v poslední době často diskutovanou možností, jak obohatit vzdělávání v přírodovědných předmětech a matematice. Předpokládá se, že zvýší zájem žáků o přírodovědné předměty a zkvalitní jejich učení. Myšlenky, na kterých je BOV vystavěno, lze vysledovat v odborné literatuře. V procesu jejich současného uplatňování jsou však často zjednodušovány, aby byly snadno sdělitelné, a jejich návaznost na dosavadní výsledky tak nebývá čitelná.

Tento text je míněn jako souhrn našich dosavadních zjištění o původu a zdrojích myšlenek badatelsky orientovaného vyučování matematice (BOVM) u nás i ve světě, který směřuje k odpovědím na následující otázky:

Jak je chápáno BOVM a jaké podněty pro matematiku přineslo uplatňování BOV v přírodovědných předmětech?

Jak existující didaktické teorie a podoby školní praxe v matematickém vzdělávání korespondují s BOVM?

Jak lze vytvořit vhodné prostředí pro BOVM, neboli čím jsou charakteristické matematické úlohy, které mohou vést k badatelským aktivitám žáků?

V závěrečné části textu uvádíme náměty 20 matematických úloh podněcujících bádání.

Východiskem našich úvah se stala přehledová studie (Artigue & Blomhøj, 2013).

1 ÚVODNÍ POZNÁMKY K TERMINOLOGII

Vztah českého vzdělávacího prostředí a BOVM je negativně zatížen některými nejasnostmi v terminologii. Tyto nejasnosti jsou ponejvíce způsobeny souhrou následujících faktorů: (i) většina volně dostupných (zpravidla internetových) materiálů o BOV je v angličtině; (ii) česká terminologie související s BOV není zcela v souladu s anglickou; (iii) terminologie související s BOVM neodpovídá zcela terminologii BOV v ostatních předmětech. Navíc prostřednictvím BOVM nepřímo vstupuje do vyučovacího procesu matematika na odborné (vědecké) úrovni, a tak dalším neopominutelným faktorem jsou případné nesrovnalosti v terminologii odborně matematické a didaktické. Považujeme tedy za velmi důležité hned v úvodu našeho příspěvku vymežit používané pojmy tak, aby se čtenář správně orientoval nejen v českém, ale případně i v anglickém prostředí BOV, a mohl mezi těmito prostředními plynule přecházet.

Termín *badatelsky orientované vyučování* je překladem termínu *inquiry-based teaching*. Klíčovou aktivitou badatelsky orientovaného vyučování je *inquiry*, což je v tomto kontextu překládáno jako *bádání*.

V anglických textech o BOV se velice často vyskytuje slovo *science*, a to jako substantivum nebo adjektivum. Substantivum *science* má v angličtině 3 různé významy, všechny související s BOV: (i) věda jako disciplína; (ii) věda jako odborná znalost; (iii) ve školním prostředí je *science* označením pro skupinu předmětů zahrnující biologii, fyziku a chemii, a to na všech stupních škol, včetně propedeutik. Za nejvhodnější překlad významu (iii) považujeme termín *přírodovědné předměty* (srov. Mareš & Gavora, 1999: s. 152).

Se substantivem *science* souvisejí dvě adjektiva: adjektivum *scientific* patří k významům (i), (ii) a překládá se jako *vědecký*, adjektivum *science* patří k významu (iii) a překládá se jako *přírodovědný*. Termín *scientific inquiry* tak odkazuje na bádání z pohledu vědy, přeložit ho můžeme jako *vědecké bádání*. Termín *science inquiry* odkazuje na bádání v rámci přírodovědných předmětů, překládáme ho jako *přírodovědné bádání*. Slovo *science* se v textech může objevovat vícekrát za sebou v různých významech, jako například v hesle *nature of science in science education*, které se přeloží jako *povaha vědy v přírodovědném vzdělávání*.

Další terminologické nesrovnalosti souvisejí s anglickými termíny *problem* a *problem solving*. V anglicky psané literatuře se zpravidla užívá termín *problem*, někdy *task*, ale v učebnicích se lze setkat i s (*routine*) *exercise*. U nás se zpravidla užívá termín *úloha* (v poslední době *problém*) a velmi často (zvláště ve školské praxi) *příklad*.

Na tomto místě připomeňme myšlenku J. Vyšína, který k označením *problém*, *úloha*, *cvičení* a *příklad* podal tento výklad:

Slovo „cvičení“ má v naší didaktice jasný význam: je to úloha, která slouží obvykle k procvičování probraných stereotypů, algoritmů, početních i grafických postupů, vzorců apod. Mezi názvy „úloha“ a „problém“ se zpravidla nedělá valný rozdíl. Úlohou budeme rozumět zadání situace dosud typově neřešené, kde vystačíme v podstatě s poznatkami a aparátem známým. U problému budeme vždy předpokládat větší podíl řešitelovy tvořivosti a vynalézavosti. Je zřejmé, že přesnou hranici nelze vést, že však také úloha, která je pro řešitele s nižší matematickou úrovní problémem, je pro šikavějšího řešitele prostě cvičením.

Ještě několik slov o názvu „příklad“. Budeme jím rozumět zpravidla „vzorový příklad“, tj. text úlohy doplněný jedním nebo více řešeními. (Vyšín, 1962: s. 7)

Úlohy a problémy poskytují půdu pro badatelsky orientované vyučování. Podle Kuřiny (2011) matematickou úlohou rozumíme jakoukoli výzvu k matematické činnosti zaměřené na dosažení určitého cíle; mluvíme o řešení úlohy.

Ještě je tu otázka, jak rozumět slovu *úkol*. To se vyskytuje často ve smyslu pokynu k vytvoření, vypracování něčeho, například v souvislosti s pokynem „vytvořit úlohu“ jsme mluvili o zadání úkolu.

Různé teoretické rámce vymezují rozdílně také pojem otevřená úloha, v tomto příspěvku jej budeme užívat ve smyslu tzv. otevřeného přístupu k výuce matematiky (open approach; Nohda, 2000; Pehkonen, 1995). V tomto pojetí se otevřenou úlohou rozumí každá úloha, jejíž výchozí nebo cílová situace je otevřená, tj. není přesně určená (přesně vysvětlená).¹ Tyto úlohy jsou podle Nohdy (2000) trojího typu: úlohy s otevřeným postupem řešení (existuje více správných způsobů, jak úlohu vyřešit), úlohy s otevřeným koncem (existuje více správných odpovědí) a úlohy, u kterých existuje více možností, jak úlohu dále rozvíjet. Jednotlivé typy otevřených úloh se prolínají, jedna a tatáž úloha může náležet k více typům zároveň.

Poslední terminologická poznámka se týká vymezení pojmů *model* a *matematický model*. Termín *model* má široký význam, obecně se jedná o „systém prvků, operací,

¹Tento přístup se odlišuje od chápání pojmu *otevřená úloha* ve smyslu „problém s tvorbou odpovědí“ (Zhouf, 2010: s. 28) jako protikladu k pojmu *uzavřená úloha*.

vztahů a pravidel, které je možné použít k popisu, vysvětlení nebo předvídání nějakého jiného známého systému“ (Doerr & English, 2003: s. 112; srov. Kuřina, 1978: s. 642–643²). Modelováním se rozumí proces tvorby a užití modelu.

V matematickém vzdělávání má modelování mnoho podob, např. Kaiserová a Sriraman (2006) rozlišují aktuálně 7 různých přístupů k modelování – realistický, kontextuální, didaktický, konceptuální, sociálně-kritický, epistemologický a kognitivní.³ V českém vzdělávacím prostředí se nejčastěji setkáme s pojmem model v kontextu poznávacího procesu (např. Hejný & Kuřina, 2009: s. 128). Ve výše uvedené klasifikaci se jedná o kombinaci didaktického a konceptuálního přístupu:

V poznávacím procesu člověk obvykle porozumí několika konkrétním příkladům, všimá si, co mají společného, a dochází tak k obecnějším a abstraktnějším poznatkům. Jádrem poznávacího procesu jsou dva mentální zdvihy: první vede od izolovaných modelů k univerzálním a druhý od univerzálních modelů k abstraktní znalosti. Model chápeme jako metodologický prostředek k tomu, abychom se „vyznali v situaci“. Soustředíme-li své úsilí při studiu problému na určitou jeho stránku, organizujeme své zkušenosti přirozeně tak, abychom ji co nejlépe poznali, vytváříme oddělené pohledy na problém, které vedou k izolovaným modelům studovaných jevů. Univerzální model má obecnější charakter než libovolný izolovaný model. Izolovaný model má charakter ukázky, univerzální model představuje obecný návod, algoritmus, vzorec, graf. Univerzální model je takový popis situace ve vhodném jazyku, který umožňuje předpovídání. (Hejný & Kuřina, 2009: s. 128, 131–132)

Termín matematický model se ve vyučování matematice v českém prostředí vztahuje zpravidla k aplikačnímu kontextu; je prostředkem pro odhalování matematických struktur v jevech, které obecně nejsou matematické, vycházejí např. z fyziky, techniky, biologie, sociologie, ekonomie apod. (podrobněji v 4.4).

Základní koncept modelu a matematického modelu je tedy stejný, oba jsou prostředkem pro odhalování matematických struktur. Liší se však polem působnosti: zatímco ve vyučování jsou modely používány za účelem ujasnění, uchopení matematické struktury/matematického pojmu (představa o pojmu se utváří na základě jeho různých reprezentací), matematický model zprostředkovává odhalení matematických struktur v realitě mimo matematické prostředí.

² „Vědecké poznání lze charakterizovat jako proces, jehož prostřednictvím získává člověk znalosti o objektivní realitě. Jestliže se podaří popsat část skutečnosti v jistém jazyku natolik výstižně, že lze jen z tohoto popisu zjišťovat některé poznatky, které nebyly bezprostředně patrné při zkoumání reality, má takovýto popis význam pro růst našeho poznání a budeme ho nazývat modelem uvažované části skutečnosti. Model je tedy takový popis objektivní reality v jistém jazyku, který umožňuje předpovídání.“

³Hlavní cíle jednotlivých přístupů: realistický přístup – čistě praktické cíle; kontextuální – cíle obsahové a psychologické; didaktický – cíle pedagogické a obsahové, zaměřen na strukturu procesů učení; konceptuální – cíle pedagogické a obsahové, zaměřen na představování konceptů a jejich rozvoj; sociálně-kritický – cíle pedagogické, např. kritické chápání okolního světa; epistemologický – cíle teoretické, zaměřen na teoretické rámce a jejich rozvoj; kognitivní – cíle výzkumné a psychologické, např. analýza kognitivních procesů probíhajících během modelování (metapřístup). (Kaiser & Sriraman, 2006: s. 304)

2 IMPLEMENTACE BOV VE VZDĚLÁVÁNÍ

Ve větší míře se s termínem BOV v ČR setkáváme až v posledních pěti letech; ještě v roce 2010 konstatoval Papáček, že:

I když např. Janoušková, Novák a Maršák (2008) se tímto vzdělávacím směrem ve svém článku zabývají, didaktika přírodopisu, resp. biologie a geologie v Čechách termíny „inquiry“ nebo „badatelsky orientované vyučování“ zatím plošněji neuzívá. (Papáček, 2010: s. 41)

Do českého vzdělávacího prostředí pronikl termín BOV hlavně prostřednictvím mezinárodních projektů zaměřených na badatelsky orientované vzdělávání financovaných ze Sedmého rámcového evropského výzkumného programu. Zaměření projektů reflektovalo celosvětový trend; nejprve se objevily BOV projekty pro přírodovědné předměty (P) a teprve poté projekty kombinující přírodovědné předměty a matematiku (P + M):

S-TEAM (2009–2011), s-teamproject.eu, P, český partner: PF JU;
ESTABLISH (2010–2014), www.establish-fp7.eu, P, český partner: MFF UK;
PROFILES (2011–2014), www.profiles-project.eu, P, český partner: PedF MU;
PRI-SCI-NET (2011–2014), www.prisci.net, P, český partner: PF UJEP;
FIBONACCI (2010–2013, v ČR od září 2011), www.fibonacci-project.eu, P + M, český partner: PF JU;
ASSIST-ME (2013–2016), assistme.ku.dk, P + M, český partner: PF JU;
MaSciL (2013–2016), www.mascil-project.eu, P + M, český partner: PřF UHK.

Tyto projekty hlavně reagovaly na publikaci *National Science Education Standards* (NRC, 1996), která přímo vyzývala k takové výchově žáků a studentů, aby věděli, co je to vědecké bádání, a aby sami vědecké bádání prováděli. Tato publikace rozlišuje *vědecké bádání* a *bádání*:

Vědecké bádání se vztahuje k různým způsobům, kterými vědci studují svět a nabízejí vysvětlení založená na důkazech získaných při jejich práci.

Bádání zahrnuje činnosti žáků, při kterých rozvíjejí své znalosti a porozumění vědeckým myšlenkám:

- pozorování;
- kladení otázek;
- vyhledávání informací v knihách a dalších zdrojích (aby zjistili, co je již známo);
- plánování výzkumu, navrhování postupů zkoumání;
- přezkoumávání toho, co je již známo, na základě experimentálních výsledků;
- využívání nástrojů pro sběr, analýzu a interpretaci dat;
- formulování odpovědí, vysvětlení a předpovědí;
- sdělování závěrů.

Bádání vyžaduje identifikaci předpokladů, využití kritického a logického myšlení, zvažování alternativních vysvětlení. (NRC, 1996: s. 23⁴, vlastní překlad)

Za základ badatelsky orientovaného vyučování je považováno *pochopení povahy vědy*. Podle Ledermana et al. (2002) a Schwartzové, Ledermana a Crawfordové (2004) patří k pochopení povahy vědy uvědomení si skutečnosti, že vědecké poznatky jsou:

- provizorní (kdykoliv je mohou změnit nová pozorování nebo nové interpretace předchozích pozorování);
- empirické (založené na zkušenostech a pozorováních, přičemž tato pozorování jsou často zprostředkována přístroji a jejich funkčností také limitována);
- kreativní (jsou vytvořeny kombinací lidské představivosti a logického uvažování);
- subjektivní (formování vědeckých poznatků je ovlivňováno a řízeno aktuálně akceptovanými vědeckými teoriemi a zákony – na nich záleží výběr otázek, směr výzkumu a způsob interpretace dat; je také ovlivňováno osobou vědce, jeho pracovními návyky, předchozími zkušenostmi);
- sociokulturní (způsob provedení výzkumu, interpretace, přijetí a využití jeho výsledků závisí na společnosti a kultuře, ve kterých je výzkum prováděn);

a že ve vědě neexistuje žádný univerzální postup – vědecká metoda, která by spolehlivě vedla k získání nových vědeckých poznatků.

Schwartzová, Lederman a Crawfordová dále uvádějí, že vědecké poznatky mohou být ve formě:

- zákonů (popisu vztahů mezi přírodními jevy);
- teorií (vysvětlení přírodních jevů, vztahů mezi nimi a jejich mechanismů);
- hypotéz (pokud je potvrdí další výzkum, mohou z nich vzniknout zákony nebo teorie);

a že je nutné tyto formy důsledně rozlišovat.

Bádání jako imitace vědeckého bádání může mít buď praktický, nebo teoretický základ, neboť některé vědecké výzkumy jsou určeny praktickým problémem, který je třeba vyřešit, zatímco jiné jsou určeny intuicí nebo zajímavými teoretickými souvislostmi (tj. cestou, která je vidět). Zvláště v oblasti odborné matematiky nalezneme mnoho vědeckých výzkumů, které jsou čistě teoretické. K praktickému využití jejich výsledků dochází s časovým odstupem, někdy i o mnoho let či desetiletí později. Jak poukazuje Arnold (2000: s. 403), tak zkušenosti z minulých století ukazují, že matematika se nerozvíjí díky technickému pokroku (přestože snahám o přispění k technickému pokroku, tedy k praktickému využití, je věnována většina času a úsilí matematiků), ale spíše díky objevům neočekávaných vztahů mezi různými oblastmi

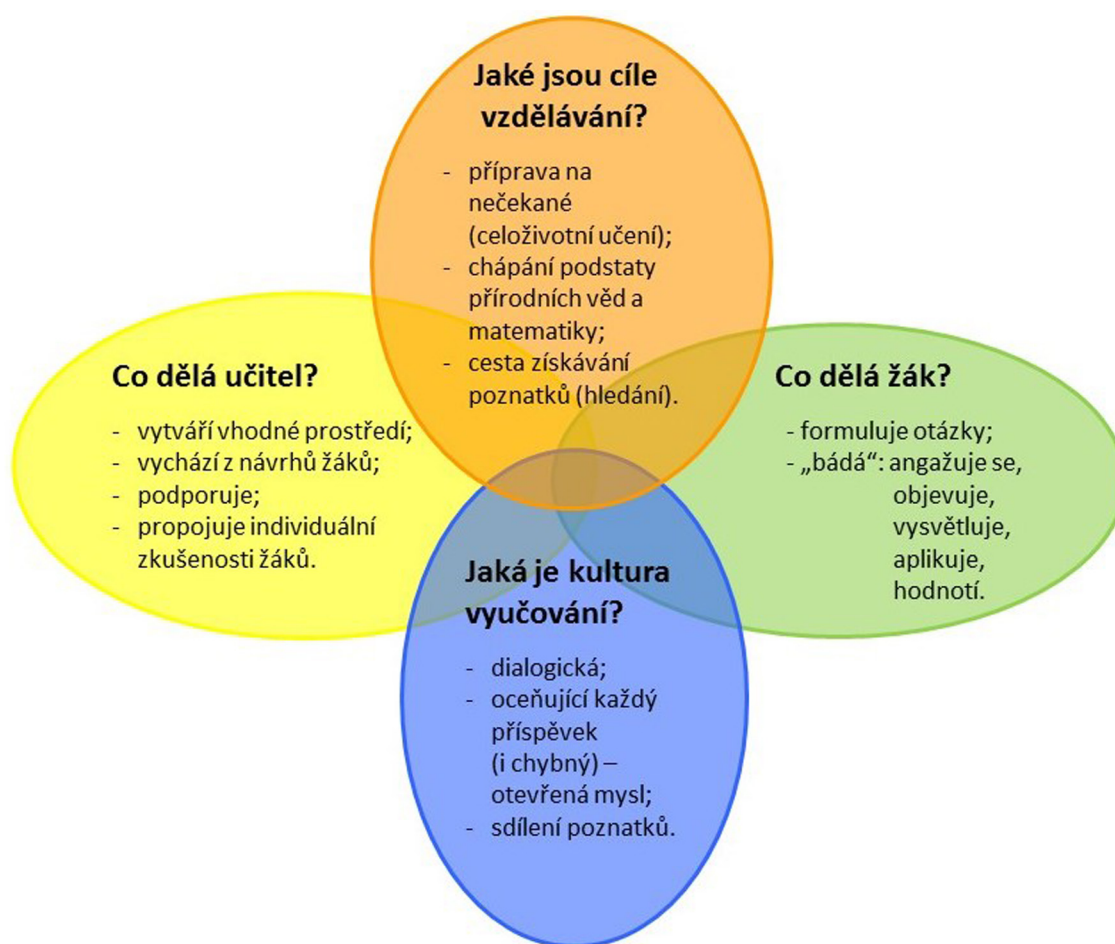
⁴V původním znění: „Scientific inquiry refers to the diverse ways in which scientists study the natural world and propose explanations based on the evidence derived from their work. Inquiry also refers to the activities of students in which they develop knowledge and understanding of scientific ideas, as well as an understanding of how scientists study the natural world. Inquiry is a multifaceted activity that involves making observations; posing questions; examining books and other sources of information to see what is already known; planning investigations; reviewing what is already known in light of experimental evidence; using tools to gather, analyze, and interpret data; proposing answers, explanations, and predictions; and communicating the results. Inquiry requires identification of assumptions, use of critical and logical thinking, and consideration of alternative explanations.“

matematiky (které však byly objeveny právě díky neúspěšným snahám o technický pokrok).

Implementaci aspektů souvisejících s povahou vědy do přírodovědného vzdělávání se rozsáhleji věnuje kniha (McComas, 1998). Pochopení povahy vědy pomáhá výuka orientovaná na:

- pozorování a jeho různé interpretace;
- řešení problémů, jejichž vstupní informace mohou být nekompletní a mají nejasnou důležitost;
- řešení problémů, které mají nejasný počet nejasně klasifikovatelných řešení (nedá se jednoznačně určit, které řešení je správné, nejlepší apod.).

Schematicky lze BOV znázornit jako průnik čtyř charakteristik: záměrů kurikula, žákovských a učitelových aktivit specifických pro takto zaměřenou výuku a kultury vyučování (viz obr. 1).



Obr. 1: Charakteristiky badatelsky orientované výuky; inspirováno (Dorier & Maaß, 2014: s. 302)

Není překvapivé, že role žáka a učitele se v tomto pojetí výuky oproti transmisivnímu přístupu⁵ výrazně mění. Požadujeme-li, aby žák pozoroval, hledal aktivně

⁵Transmisivní vyučování: „Ve stručnosti jde o vyučování zaměřené na výkon žáka spíše než na rozvoj jeho osobnosti. Učitel se v transmisivně vedené výuce snaží předat žákům a studentům již hotové znalosti v dobré víře, že toto je nejlehčí a nejrychlejší cesta k poznání. Žák je viděn v roli pasivního příjemce a ukladatele vědomostí do paměti, aniž by se kladl důraz na jejich vzájemné propojení.“ (Stehlíková, 2004: s. 19)

informace, dedukoval, vytvářel a diskutoval o hypotézách, ověřoval je apod., učitel musí pro tyto činnosti vytvořit vhodné prostředí. Jeho úkolem je spíše vytvářet prostředí podněcující spolupráci, koučovat/vést žáky, podporovat je při hledání neznámé metody řešení a klást otázky (Proč?, Jak byste to vysvětlili?, Je to opravdu tak?, Znáte nějaký podobný problém/úlohu?, Jakou zajímavou otázku ještě můžeme položit? apod.). Učitel působí proaktivně, podporuje úsilí žáků, hodnotí přínos žáků (včetně chyb, kterých se dopustili) a posouvá je v učení pomocí jejich vlastních zjištění a interpretací.

Revidovaná verze *National Science Educational Standards* (NRC, 2000) se problematice bádání věnuje podrobněji a rozlišuje dva typy bádání – plné a částečné – podle toho, jakou měrou jsou do něj žáci zapojeni. Některé studie jsou ještě důkladnější a rozlišují více úrovní bádání (například Fradd et al., 2001), viz tab. 1.

Tab. 1: Úrovně bádání dle rozdělení badatelských aktivit mezi učitele (U) a žáky (Ž)

Úroveň bádání	Kladení otázek	Plánování postupů	Realizace plánů	Analýza dat	Vyvozování závěrů	Přednesení zprávy	Úplatnění poznatků
0	U	U	U	U	U	U	U
1	U	U	U/Ž	U	U	Ž	U
2	U	U	Ž	U/Ž	U/Ž	Ž	U
3	U	U/Ž	Ž	Ž	Ž	Ž	Ž
4	U/Ž	Ž	Ž	Ž	Ž	Ž	Ž
5	Ž	Ž	Ž	Ž	Ž	Ž	Ž

Stuchlíková (2010: s. 132) uvádí podle (Eastwell, 2009) také několik úrovní bádání:

- potvrzující bádání – otázka i postup jsou žákům poskytnuty, výsledky jsou známy, jde o to je vlastní praxí ověřit;
- strukturované bádání – otázku i možný postup sděluje učitel, žáci na tomto základě formulují vysvětlení studovaného jevu;
- nasměrované bádání – učitel dává výzkumnou otázku, žáci vytvářejí metodický postup a realizují jej;
- otevřené bádání – žáci si sami kladou otázku, promýšlejí postup, provádějí výzkum a formulují výsledky.

3 BOV V MATEMATICKÉM VZDĚLÁVÁNÍ

Na úvod tohoto oddílu bychom rádi upozornili, že zde uváděné charakteristiky BOVM jsou platné výhradně v evropském kontextu. Mimo Evropu je vztah bádání a matematického vzdělávání mnohdy chápán jinak, podrobný rozbor však přesahuje záměry tohoto článku.⁶

V matematickém vzdělávání očekáváme, že BOV přispěje nejen k formování badatelských návyků, ale především ke zlepšení porozumění matematickým pojmům a postupům. BOV tedy chápeme jako cestu i jako cíl matematického vzdělávání. Takové porozumění je předpokladem pro získání znalostí „použitelných“ v různých

⁶Například v severoamerickém kontextu se bádání vztahuje výhradně k přírodovědným předmětům (Schoenfeld & Kilpatrick, 2013).

kontextech i mimo běžné školní prostředí. Tento požadavek se odvíjí od faktu, že matematika se využívá v různých společensko-vědních oborech, a tím vstupuje téměř do všech oblastí lidské činnosti. Mnoho každodenních záležitostí může být uchopeno prostřednictvím matematiky kombinované s přírodovědnými předměty nebo se „*zdravým rozumem*“ a tyto záležitosti jsou bohatým zdrojem pro badatelsky orientované aktivity zejména na prvním a druhém stupni základní školy. Nelze opomenout ani matematické objekty jako takové (čísla, proměnné, geometrické tvary aj.), které jsou základním zdrojem matematického bádání – i takové bádání by mohlo a mělo být zařazováno do školní matematiky.

V souvislosti s BOVM se také zdůrazňuje význam vytvoření přesnější představy o matematice jako lidské aktivitě, chápání matematiky jako základní součásti kulturního dědictví a ocenění klíčové role, kterou hrála a hraje v rozvoji společnosti.

Badatelsky orientované vyučování matematice odkazuje na vzdělávání, které studentům a žákům neprezentuje matematiku jako hotovou strukturu určenou k osvojení. Spíše jim nabízí příležitost zažít:

- jak se tvoří matematické znalosti prostřednictvím osobních i kolektivních pokusů odpovědět na otázky objevující se v různých sférách lidské činnosti, od pozorování přírody až po matematiku jako takovou;
- jak mohou matematické pojmy a struktury vzniknout z výsledných konstrukcí a být dále využívány k zodpovězení nových a náročných problémů. (Artigue et al., 2011: s. 8⁷, vlastní překlad)

Z předchozího pak vyplývá vymezení BOVM:

Podobně jako bádání v přírodovědných předmětech, také bádání v matematice začíná otázkou nebo problémem, přičemž odpovědi hledáme pozorováním a zkoumáním; realizujeme mentální, skutečné nebo virtuální experimenty; hledáme další, již dříve řešené a vyřešené zajímavé otázky a problémy, které jsou podobné těm našim; používáme a přizpůsobujeme, je-li to potřeba, známé matematické techniky. Proces bádání je veden nebo vede k hypotetickým odpovědím – domněnkám, které je potřeba ověřit. (Artigue & Baptist, 2012: s. 4⁸, vlastní překlad)

⁷V původním znění: „Inquiry-based mathematics education refers to an education which does not present mathematics to pupils and students as a ready-built structure to appropriate. Rather it offers them the opportunity to experience:

- how mathematical knowledge is developed through personal and collective attempts at answering questions emerging in a diversity of fields, from observation of nature as well as the mathematics field itself, and,
- how mathematical concepts and structures can emerge from the organisation of the resulting constructions, and then be exploited for answering new and challenging problems.“

⁸V původním znění: „Like scientific inquiry, mathematical inquiry starts from a question or a problem, and answers are sought through observation and exploration; mental, material or virtual experiments are conducted; connections are made to questions offering interesting similarities with the one in hand and already answered; known mathematical techniques are brought into play and adapted when necessary. This inquiry process is led by, or leads to, hypothetical answers — often called conjectures — that are subject to validation.“

Jako základní znaky výuky zaměřené na bádání jsou představovány:

- úlohy a otázky, které mohou být různě interpretovány, mají více způsobů řešení, více správných odpovědí;
- objevování a znovuobjevování (jako doplněk k deduktivnímu přístupu);
- učení se z chyb (hlavně vlastních, ale i cizích; chyba je chápána jako nedílná součást učebního procesu);⁹
- zajištění dostatečně husté sítě základních znalostí (na nichž by bylo možné dále stavět);
- kumulativní styl učení (propojování nových poznatků s dříve nabytými znalostmi);
- propojení matematiky s jinými obory (i nevšedními, např. českým jazykem či dějepisem);
- podpora kooperativního i autonomního učení. (srov. Artigue & Baptist, 2012: s. 13–14)

Zdrojem matematického bádání při výuce mohou být:

- přírodní jevy (Jak a proč se mění stín předmětu osvětleného sluncem?);
- technické problémy (Jak změřit objekt, který je nedostupný?);
- každodenní problémy (Který telefonní tarif je pro mě nejvhodnější?);
- lidské vynálezy (Jak funguje GPS?);
- umění (Které symetrie jsou v architektonickém nebo uměleckém díle?);
- a samozřejmě matematické objekty (Mám-li dva trojúhelníky stejného obsahu, mohu jeden rozstříhat a poskládat z něj druhý?). (srov. Artigue & Baptist, 2012: s. 5)

K vytvoření správné představy o povaze vědy je možné podobně jako v přírodovědných předmětech využít řešení otevřených problémů a diskuse nad pozorováními a jejich různými interpretacemi. Kniha (McComas, 1998) je sice primárně určena pro přírodovědné vzdělávání, ale mnoho podnětů zde uvedených je univerzálních, využitelných pro vytvoření představy o povaze vědy v libovolném vědeckém oboru. Doporučujeme zejména kapitolu (Lederman & Abd-El-Khalick, 1998), aktivity Ošetněné stopy (s. 85–91) a Děrovaný obrázek (s. 91–95).

4 BOVM V DIDAKTICE MATEMATIKY

Základní myšlenky BOV je možné najít v dílech Johna Deweye (zejména Dewey, 1938). Nicméně první náznaky je možné hledat i u jeho předchůdců, z nichž jmenujme alespoň Humboldta, Pestalozziho a Fröbela, kteří hledali cesty, jak zakládat vědomosti na myšlení, experimentování a reflexi, jak stimulovat zájem žáků o učení a kultivovat jejich autonomii. Ještě hlouběji z minulosti je možné připomenout řeckého filozofa Sokrata a jeho dialogickou metodu tázání.

Jak již bylo řečeno, teoretický základ badatelsky orientovaného vyučování bývá zpravidla spojován s myšlenkami amerického filozofa a pedagoga Johna Deweye. Pro Deweye je bádání základem jak pro objevování nového, tak i pro učení již objeveného. Vymezuje bádání jako

⁹V českém prostředí se chybě jako edukační strategii věnuje Hejný (2004).

kontrolovanou nebo řízenou transformaci neurčité situace v situaci, která je určitá do té míry, nakolik to vyžaduje zařazení prvků původní situace do nějakého jednotného celku. (Dewey, 1938: s. 104–105¹⁰, vlastní překlad)

V navazujícím textu pak toto vymezení objasňuje:

Ta počáteční neurčitá situace není pouze „otevřená“ bádání, ale je také otevřená v tom smyslu, že její součásti nedrží pohromadě.

Neurčité situace mohou být charakterizovány různými pojmenováními. Jsou znepokojivé, svízelné, nejednoznačné, popletené, plné protichůdných tendencí, mlhavé, apod. (Dewey, 1938: s. 105¹¹, vlastní překlad)

Proces bádání se vyvíjí jako souhra známého a neznámého v situacích, kdy se jednotlivci nebo skupina jednotlivců potýkají s nějakou výzvou. Je potřeba, aby situace obsahovala neznámé vnímané jako podnětné nebo zajímavé; přičemž bádání je možné, pouze pokud k této neznámé části můžeme přistupovat prostřednictvím věcí již známých, protože pouze fakta a souvislosti mohou vést k domněnkám a úsudkům. Dewey vidí učení jako adaptivní proces, při kterém je zkušenost hnacím motorem pro vytváření spojení mezi pocity a myšlenkami, prostřednictvím kontrolovaného a reflexivního procesu nazvaného reflexivní bádání (*reflective inquiry*; Dewey, 1938). To znamená, že jde o interakce mezi individuem a jeho okolím: bádání není chápáno jako vědecká aktivita, ale spíše jako vyrovnávání se s každodenními požadavky.

Artigue a Blomhøj (2013) vyhodnocují Deweyův přínos jako podstatný a zejména zdůrazňují, že bádání je procesem, který je určen objektem nebo problémem, který je zkoumán, ať se týká každodenního života, praxe nebo „vědeckých“ aktivit. Tento proces zahrnuje indukci a dedukci a je přirozeně reflexivní, neliší se podstatně v různých kontextech a rozvíjí způsoby učení. Znalosti a zkušenosti, které v činnosti používáme a získáme, jsou efektivní a přenositelné do jiných situací a kontextů.

Za téměř století, které uběhlo od uveřejnění Deweyovy knihy, si myšlenka vyučování založeného na bádání postupně našla cestu do přírodovědného vzdělávání, a to jako součást učení objevováním, aktivizujících metod učení, projektové metody apod., a ovlivnila i matematické vzdělávání. Vznikly různé teoretické rámce, které se odvolávají na Deweyovy myšlenky (podrobně v Artigue & Blomhøj, 2013). V českém kontextu mají vliv zejména: učení řešením úloh a problémů, teorie didaktických situací, realistické matematické vzdělávání, matematické modelování, uchopování situací, tvoření úloh (*problem posing*), projektové metody, podnětná výuková prostředí a budování schémat, konstruktivistické přístupy k vyučování. Podle našeho soudu BOVM tyto teoretické rámce zastřešuje. BOVM má určité charakteristiky (viz obr. 1), které jednotlivé rámce různě intenzivně využívají.

V dalším textu jsou podrobněji zmíněny některé jejich charakteristiky a souvislosti s BOVM.

¹⁰V původním znění: „... the controlled or directed transformation of an indeterminate situation into one that is so determinate in its constituent distinctions and relations as to convert the elements of the original situation into a unified whole.“

¹¹V původním znění: „The original indeterminate situation is not only “open” to inquiry, but it is open in the sense that its constituents do not hang together. A variety of names serves to characterize indeterminate situations. They are disturbed, troubled, ambiguous, confused, full of conflicting tendencies, obscure, etc.“

4.1 UČENÍ ŘEŠENÍM ÚLOH A PROBLÉMŮ

Učení řešením úloh a problémů vychází zejména z Polyových prací (1945, 1962). S BOVM se částečně překrývá; v některých evropských projektech se dokonce vymezení BOVM na řešení problémů redukuje (např. projekt ASSIST-ME).

Souvislost obou přístupů je zjevná: žáci čelící nerutinním úlohám a problémům musejí rozvíjet své vlastní strategie a techniky, během jejich řešení provádějí činnosti, které jsou podobné činnostem prováděným při bádání. Nehraje roli, zda úlohy a problémy vycházejí přímo z matematického obsahu nebo matematiku při svém řešení využívají. Rozvoj schopnosti řešit problémy je často považován za cíl sám o sobě, nemusí nutně souviset s výukou specifických pojmů a technik, důraz je kladen na metakognici a heuristiku. Cai (2010) shrnuje, že při výuce matematiky realizované prostřednictvím řešení úloh a problémů začíná výuka zkoumáním problémů, které by mohly umožnit žákům naučit se a pochopit důležité aspekty nějakého matematického pojmu. Problémy bývají otevřené, mají více správných postupů řešení, více správných odpovědí. Žáci řeší problém individuálně, s větší či menší mírou individuální pomoci učitele (učitel funguje jako facilitátor, prostřednictvím návodných otázek směřuje žákovi aktivitu). Poté probíhá široká diskuse nad jednotlivými postupy a výsledky, která žákům odhaluje alternativní přístupy a umožňuje jim vyjasnit si své myšlenky. Na závěr učitel stručně shrne situaci a vede žáky k pochopení klíčových aspektů pojmu založeného na daném problému a jeho vícečetném řešení. Výuka pak pokračuje postupným osamostatňováním žáků při řešení dalších problémů.

Z výše uvedené charakteristiky je vidět, že pedagogický přístup k bádání a k řešení problémů i výzkum těchto oblastí se překrývají a my můžeme výsledky výzkumu z oblasti řešení problémů využívat v BOVM. Jak vyplývá z Schoenfeldova (1992) shrnutí, výzkum v oblasti řešení problémů se především zajímá o identifikaci a rozvoj schopností a myšlenkových návyků, které umožní žákům stát se úspěšnými řešiteli problémů, schopnými efektivně čelit nerutinním a náročným problémům.

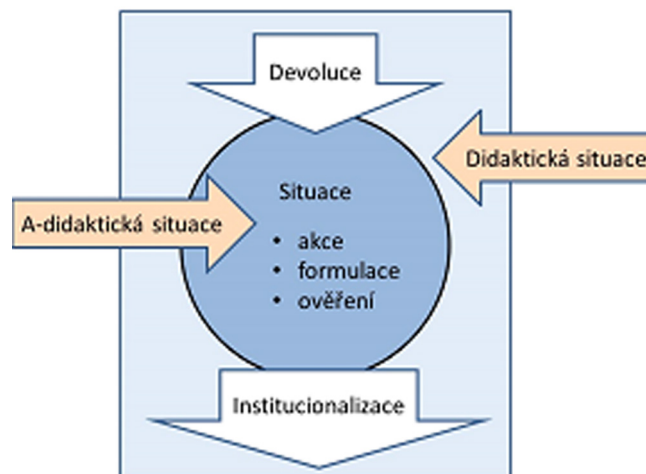
V klasifikaci uvedené v tab. 1 bychom takovou výuku nejprve zařadili do úrovně 1 nebo 2, s postupujícím osamostatňováním žáků je možno dosáhnout až úrovně 5.

Poznamenejme, že u nás byly na toto téma vydány knihy (Vyšín, 1972; Kuřina, 1976). Z novějších publikací uveďme Kuřinův článek (2005), který se významu učení řešením problémů věnuje v zajímavých souvislostech.

4.2 TEORIE DIDAKTICKÝCH SITUACÍ (TDS)

V teorii didaktických situací (Brousseau, 1997, česky 2012) je centrálním pojmem *didaktická situace*. Ta je definována jako systém, ve kterém probíhá interakce mezi žákem/skupinou žáků, učitelem a matematickou znalostí. Specifickým typem této situace je a-didaktická situace (viz obr. 2), v níž učitel umožní, aby žáci získali novou vědomost ve vyučování bez jeho explicitní intervence. Situace je navozena řešením úloh, které jsou pod kontrolou učitele. Devoluce znamená, že žáci mají úlohy vzít za vlastní, přijmout odpovědnost za jejich řešení. Není pochyb o tom, že si žák zvyká na samostatné objevování, badatelské aktivity ale nejsou primárně cílem.

Na rozdíl od učení řešením úloh a problémů, kde žáci nejprve pracují individuálně a až poté diskutují nad svými výtvoři, v teorii didaktických situací se předpokládá, že žáci budou diskutovat již od samého počátku řešení a nová matematická znalost jimi bude kolektivně vystavěna během diskuse. Matematická znalost se objevuje jako optimální řešení úlohy v interakci s vhodným prostředím, od žáků se očekává, že ji budou vytvářet kolektivně, úpravami, příp. i odmítnutím jejich vlastních pů-



Obr. 2: Teorie didaktických situací; upraveno podle (Novotná & Hošpesová, 2013)

vodních strategií. V ideálním případě učitel pouze iniciuje a usměrňuje diskusi, na úrovni poznatků do diskuse vůbec nezasahuje a na závěr diskuse institucionalizuje její výsledky.

Z pohledu klasifikace uvedené v tab. 1 patří aktivity se samostatnou diskusí žáků až do nejvyšších dvou úrovní (4 a 5), tuto obtížnost zpočátku vyvážíme výběrem méně náročného tématu k diskusi.

U nás se didaktickým situacím v matematice věnuje skupina kolem Novotné (Novotná et al., 2006; Nováková, 2013).

4.3 REALISTICKÉ MATEMATICKÉ VZDĚLÁVÁNÍ

Realistické matematické vzdělávání (RMV) odkazuje na vyučování, během kterého je matematika součástí žákovy reality, ať už skutečné nebo uměle vytvořené. Situace odehrávající se v této realitě mohou být brány z každodenního života stejně jako z čistě matematického prostředí, neboť matematické objekty se postupně stávají součástí žákovy reality. Klíčovým principem RMV je řízené objevování a znovuobjevování (Freudenthal, 1973, 1991), při němž si žáci vytvářejí vlastní „matematiku“ a postupně z neformálních strategií řešení úloh přecházejí k formalizovanějším metodám.

Hlavní činností při RMV je matematizace. Treffers (1987) rozlišuje matematizaci horizontální a vertikální: horizontální matematizace odkazuje na transformaci každodenních problémů do řeči matematiky, zatímco vertikální matematizace se týká transformací v rámci matematického systému.

U nás se řízeným objevováním a znovuobjevováním zabýval Vyšín (1976). Poukázal na znovuobjevování jako součást tzv. genetického stylu vyučování. Zabýval se i psychologickou složkou tohoto stylu výuky:

Naprostá většina mladých lidí netouží po „matematice pro labužníky“, jejíž těžiště je např. v elegantních důkazech, v logické stavbě, ale touží dovědět se něco nového, netriviálního, dostat do rukou účinný aparát, kterým mohou rozřešit zajímavé problémy. Tuto touhu může genetické vyučování plně uspokojit. Vyučování organizované genetickým stylem má nesporně nejlepší předpoklady pro výchovnou stránku: učí překonávat překážky, neobcházet je, učí systematické práci, plánování, kri-

tičnosti, vytrvalosti, rozumné zvědavosti, odvyká povrchnosti, pasivitě.
(Vyšín, 1976: s. 588)

V 70. letech 20. století se tento styl výuky objevil i na školách, kde řídil vyučování matematice Kabinet pro modernizaci vyučování matematice MÚ ČSAV, jako součást tzv. *matematické laboratoře*:

Byla tu řeč o *matematické laboratoři* jako o jisté organizaci procesu učení na pokusných školách Kabinetu. Tímto názvem míníme takovou organizaci výuky, kde se maximálně uplatní metody aktivizující žáky: jde zejména o experimentování, o tzv. genetický přístup, při kterém učitel funguje jako činitel řízeného objevování, o problémové vyučování v nejobecnějším pojetí, kde se nejen poznatky získávají jako výsledky řešení úloh, ale kde se i rozvíjejí problémové situace a matematizují situace z reálného světa. (Vyšín, 1979: s. 107)

RMV má s BOVM společné zejména chápání matematiky jako lidské aktivity a snahu o to, aby matematika byla (znovu)objevována. Žák provádí rekonstrukci matematických pojmů a rozvíjí je přirozeným způsobem v dané problémové situaci. Důležité je vedení (knihami, spolužáky, učitelem) a postupné přibližování se běžnému matematickému standardu.

Vzhledem k výše uvedenému může z pohledu klasifikace uvedené v tab. 1 úroveň bádání při realistickém matematickém vyučování dosáhnout úrovní 1 až 5.

4.4 MATEMATICKÉ MODELOVÁNÍ

Matematické modelování hraje podstatnou roli při konceptualizaci poznatků, a tak ve výzkumu matematického vzdělávání získává stále větší pozornost (Kaiser et al., 2011). Blomhøj a Jensen (2003) popisují proces tvorby matematického modelu, který probíhá v šesti základních fázích:

- (i) Formulace problému (více či méně explicitní), která vede k identifikaci charakteristik reality, jež má být modelována.
- (ii) Výběr relevantních objektů a vztahů z původní oblasti bádání a jejich idealizace tak, aby byla umožněna matematická reprezentace.
- (iii) Převod těchto objektů a vztahů z oblasti jejich původního výskytu do matematiky.
- (iv) Využití matematických metod k dosažení matematických výsledků a závěrů.
- (v) Jejich převod do původní oblasti bádání.
- (vi) Vyhodnocení platnosti modelu ve srovnání s pozorovanými či předpokládanými daty nebo s teoreticky podloženými znalostmi. (Blomhøj & Jensen, 2003: s. 125)

Proces tvorby modelu není lineární, v libovolné fázi mohou nastat obtíže, které si vynutí ústup zpět do bodu (iii), (ii) nebo (i). Těmito obtížemi může být např. neproveditelnost převodů (do nebo z matematiky), neřešitelnost nebo přílišná obtížnost matematické úlohy v bodu (iv), negativní vyhodnocení platnosti modelu.

V matematickém modelování se při řešení složitějších problémů často využívají počítače. Vhodně zvolený matematický software dokáže nabídnout alternativní řešení fáze (iv) nebo některé její části v případě, kdy použití běžného matematického aparátu by bylo příliš obtížné či nemožné (Samková, 2011, 2013; srov. Samková, 2012a).

Ve vztahu k BOVM znamená matematické modelování cestu k porozumění, vytváření vztahu mezi matematickou a problémovou situací. Matematické modelování tak může vést k pochopení bádání jako obecnějšího procesu s různými specifickými realizacemi v kontextu různých disciplín.

Pohled matematického modelování na výuku matematiky je v souladu s Deweyovým požadavkem vycházet z problémů skutečného života a stavět na žákovských zkušenostech.

I zde může z pohledu klasifikace uvedené v tab. 1 úroveň bádání dosáhnout úrovní 1 až 5.

4.5 DALŠÍ TEORETICKÉ RÁMCE

Uchopování situací – Uchopováním situací máme na mysli tyto myšlenkové procesy: vnímání situace; objevení klíčových objektů, jevů a vztahů; stanovení určitého směru uchopování zaměřeného na určité téma, pojem nebo na metodu řešení; vytvoření modelu, který umožní formulování otázek a tvoření úloh. Tomuto přístupu se věnovali např. Koman a Tichá (1995, 1996a, 1996b), Tichá a Koman (2000).

Tvoření úloh (problem posing) – Potřeba rozvíjení dovednosti tvořit úlohy je často uváděna v souvislosti s uplatňováním otevřeného přístupu v matematickém vyučování a v souvislosti s otázkami kolem matematizace reálných situací. Významnou roli zde hraje problematika vytváření zásoby různých modů reprezentací a překladů mezi nimi pro prohlubování poznání. V českém prostředí se této tematice věnují např. Tichá a Hošpesová (2011, 2014), Tichá (2014), Patáková (2013), Bureš (2014).

Projektová metoda – Při vyučování projektovou metodou jsou žáci vedeni k samostatnému zpracovávání určitých témat (projektů) a získávají zkušenosti praktickou činností a experimentováním (Průcha, Walterová & Mareš, 2009). Pro školní matematiku připomeňme publikaci Kubínové (2002).

Podnětná výuková prostředí a budování schémat – Na myšlenky Deweye, Piageta a Freudenthala navázal také Wittmann (2001), když stanovil požadavky na tzv. podnětná výuková prostředí (*substantial learning environments*): prostředí, která umožňují formulovat série úloh a problémů, jež žákovi pomohou pochopit hluboké matematické myšlenky. Tato podnětná výuková prostředí používá Wittmann mj. k výuce zacílené na matematizaci, argumentaci, komunikaci a učení objevováním. U nás byla myšlenka podnětných výukových prostředí zpracována např. v monografiích (Stehlíková, 2007; Hejný, 2014) a stala se i teoretickým východiskem řešení projektu Comenius *Motivation via Natural Differentiation in Mathematics* (Hošpesová et al., 2010). Podnětná výuková prostředí umožňují budování schémat, souborů generických a izolovaných modelů nějakého matematického objektu a souborů vazeb mezi těmito modely. Rolí schémat v matematickém vzdělávání a jejich budování se věnovali v návaznosti na Piageta již Skemp (1971) či Fischbein (1999), v českém prostředí Hejný (2007).

Konstruktivistické přístupy k vyučování – Hlavním znakem konstruktivistických přístupů k vyučování matematice je aktivní vytváření části matematiky v mysli žáka. Podle povahy žáka může být podkladem pro takovou konstrukci otázka či problém ze světa přírody, techniky nebo matematiky samé. V českém prostředí tuto tematiku rozpracovali např. Kuřina (2002); Hejný a Kuřina (2009); Stehlíková (2004); Stehlíková a Ulrychová (2011).

Myšlenky, které by se daly interpretovat jako podněcující k badatelským aktivitám žáků, se dají nalézt i u Komenského ve spisu *Didactica Magna* – v kapitole XVII, odst. 44 mluví o neurčitosti následovně:

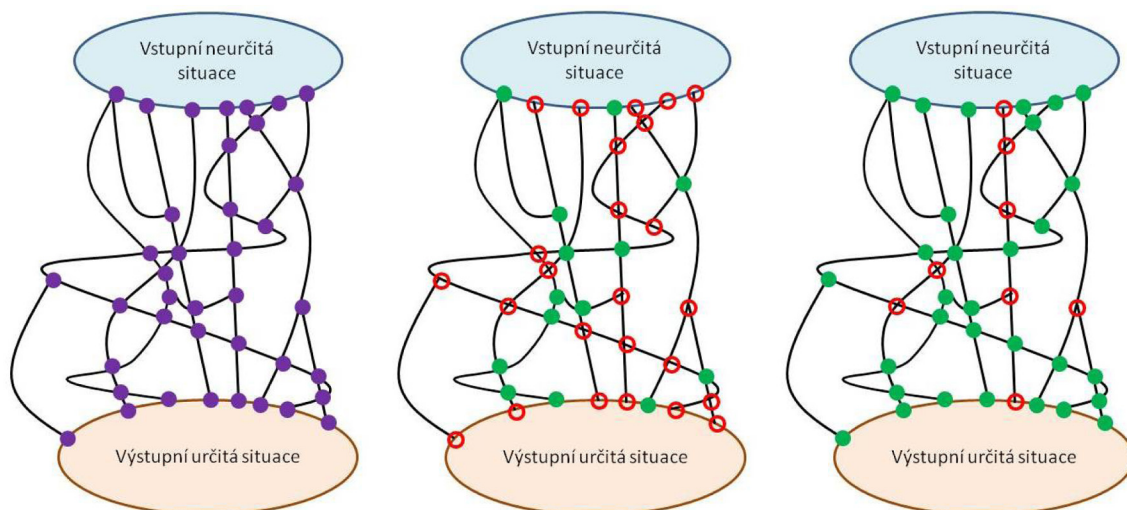
Usnadníš tedy žáku práci, jestliže mu při všem, čemu ho budeš učit, ukážeš, jak se toho užívá v denním životě. To musí být naprosto všude, v mluvnici, v dialektice, aritmetice, geometrii, fyzice atd. Nestane-li se tak, všechno, co mu vyložíš, bude se mu zdát nějakými zjevy z Nového světa; a chlapec, jenž se nestará, jsou-li ve skutečnosti takové věci a jak jsou, bude v ně spíše věřit, nežli o nich vědět. Ukážeš-li však, k čemu všechno slouží, umožníš mu zcela, aby si byl vědom své znalosti a snažil se ji uplatnit. (Komenský, 1948: s. 124)

5 TEORETICKÝ MODEL PROCESU BĀDÁNÍ

Východiskem pro badatelské aktivity žáků v matematickém vzdělávání je vytvoření vhodného prostředí. To je obvykle dáno úlohou nebo problémem, který mají žáci řešit.

Úlohy, při jejichž řešení lze očekávat badatelské aktivity, jsou rozmanité. Vyšli jsme z Deweyova vymezení bádání a nejprve jsme vzali v úvahu „neurčitost situace“. Úlohy mohou být zadány více či méně neurčitě, a dávat tak větší či menší prostor k badatelským aktivitám.

Pokusili jsme se o vytvoření teoretického modelu, který podle našeho názoru vystihuje podstatu a možnosti badatelských aktivit. Znázornili jsme tuto myšlenku prostřednictvím diagramu na obr. 3 vlevo: černé čáry znázorňují všechny existující cesty vedoucí od vstupní situace k situaci výstupní. Každá cesta je tvořena posloupností kroků, které transformují vstupní situaci v situaci výstupní. Záleží na žákovi, zda nějakou cestu od vstupu k výstupu dokáže najít, na kolika křižovatkách znázorněných fialovými kolečky se dokáže (správně) rozhodnout o pokračování cesty. Pokud se na křižovatce setká s věcmi neznámými nebo pro něj příliš obtížnými, musí se vrátit a zkusit jinou cestu.



Obr. 3: Teoretický model procesu bádání – obecný nákras (vlevo), slabý žák (uprostřed), talentovaný žák (vpravo)

Badatelsky zdatnější žáci jsou schopni odhalit i více než jednu cestu. Na učiteli záleží, jak velký prostor pro manévrování žákům nechá. Pokud je úloha sestavena příliš určitě, vede od vstupu k výstupu pouze jedna cesta a o bádání se nejedná. Pokud je úloha sestavena příliš neurčitě, vede od vstupu k výstupu mnoho cest,

kteří se různě kříží, a řešení úlohy může být příliš časově náročné. Pokud je žák slabý nebo je úloha sestavena neúměrně k jeho znalostem, může se stát, že žák skončí někde „mezi“ – není schopen najít žádnou cestu, přestože existuje. V takovém případě by žák neměl úlohu mylně zakončit závěrem, že žádné řešení neexistuje. Je na učiteli, aby vhodným způsobem pomohl žákovi cestu nalézt; může se například žákovi věnovat individuálně a pokládat mu návodné otázky nebo k tomuto účelu využít třídní diskusi. Žáci by si měli být vědomi rozdílu mezi neexistencí řešení a neschopností řešení nalézt. Měli by vědět, že neexistenci řešení nebývá snadné dokázat. Obecně je možné k takovému závěru dojít až po nalezení a vyzkoušení všech možných cest, a křížovatek a zjištění, že žádná z cest od vstupu k výstupu nevede. Řešitel je však málokdy schopen nalézt a vyzkoušet všechny takové možnosti, může mít také problémy s ověřením, že vyčerpал skutečně všechny. A tak se k důkazu neexistence řešení častěji používá porovnání vstupu a výstupu a zjištění, že jsou natolik odlišné, že mezi nimi žádná cesta existovat nemůže.

Shrnutí: o složitosti badatelské úlohy rozhoduje množství cest, které mezi vstupem a výstupem existují, a úroveň znalostí žáka na jednotlivých cestách. Učitel by měl úlohu vybírat tak, aby byla úměrná znalostem žáka a aby umožňovala bádání v přiměřeném rozsahu.

Zde se ukazuje náročnost příprav na BOV. Učitel by si měl ideálně ke každé badatelské úloze nakreslit podobné schéma jako na obr. 3 vlevo – nemusí být vykresleno dopodrobna se všemi detaily, stačí si vyznačit „křížovatek, které žáci nejspíš znají“ a zkontrolovat, že počet a podoba cest vedoucích přes tyto „známé“ křížovatek odpovídají učebnímu záměru (časová náročnost, probírané učivo, zapojení slabších žáků, vytížení talentovaných žáků apod.).

Obr. 3 uprostřed ukazuje dobře sestavenou badatelskou úlohu z pohledu slabého žáka, „známé“ křížovatek jsou označeny plnými zelenými kolečkami, „neznámé“ prázdnými červenými kolečkami. Ze 7 vstupních možností zná žák pouze 2, ale u té druhé se jedná o izolovanou znalost. Ve schématu existuje cesta od vstupu k výstupu jdoucí pouze přes zelené křížovatek, žák má tedy šanci dobrat se řešení. Cesta se na jednom místě rozdvouje a jedna z možností se posléze ukáže jako slepá, takže i pro tohoto slabšího žáka je úlohou podnětující bádání. Schéma obsahuje několik izolovaných zelených bodů, které žák sice zná, ale při řešení je nepoužije. Jeden z nich je přímo ve výstupu – žák tedy zná jedno z řešení, ale neví o tom (není schopen dokázat, že je to řešení).

Obr. 3 vpravo ukazuje tutéž úlohu z pohledu talentovaného žáka. Pouze jediné řešení není tento žák schopen odhalit, protože k němu ještě nemá dostatečné znalosti (ale izolované části této cesty již zná – je to pro něj výzva). Na ostatních cestách se izolovaně vyskytují červená kolečka, ale není jich dost na to, aby zabránila odhalení cesty – vždy existuje nějaká zelená oklika.

Tento teoretický model v současné době ověřujeme.

6 NÁMĚTY ÚLOH, KTERÉ MOHOU VÉST K BADATELSKÝM AKTIVITÁM ŽÁKŮ

Ilustrujme předchozí myšlenky o uplatnění badatelského přístupu ve školské matematice prostřednictvím několika úloh s různým matematickým obsahem.

Úlohy, které mohou vést k badatelské aktivitě žáků, souhrnně nazveme *badatelské úlohy*. Jsou to úlohy otevřené ve smyslu otevřeného přístupu k výuce mate-

matiky (viz oddíl 1). Použití badatelské úlohy ve výuce samo o sobě nezaručuje, že k badatelské aktivitě žáků skutečně dojde. Toho lze dosáhnout pouze dodržением charakteristik uvedených na obr. 1.

Východiskem našich úvah o úlohách, které mohou vést k badatelským aktivitám žáků, bylo Deweyovo vymezení bádání. Na jeho základě jsme se pokusili badatelské úlohy roztrždit. Uvědomujeme si, že náš výčet typů badatelských úloh není vyčerpávající, doufáme však, že se stane inspirací pro hledání typů dalších. V souladu s Kuřinovým přístupem (2005)¹² si dovoluujeme charakteristiky jednotlivých typů badatelských úloh podpořit větším množstvím rozmanitých příkladů. U těchto příkladů přednostně sledujeme obsahový cíl. Učební cíl si musí učitel zvolit sám, stejně tak jako musí vybranou badatelskou úlohu přizpůsobit konkrétní skupině žáků, se kterou ji chce řešit (jejich schopnostem, znalostem). U jednotlivých úloh neuvádíme podrobná řešení, pouze poukazujeme na zajímavé aspekty související s jejich matematickým obsahem či s metodou řešení a odkazujeme na případné české publikace, které se uvedeným úlohám a úlohám jim podobným věnují podrobněji.

Úlohy nebo jejich části, které jsou vhodné již pro žáky na 1. stupni ZŠ,¹³ označujeme v záhlaví jednou hvězdičkou – *. Tyto úlohy můžeme samozřejmě začlenit i do vyučování na vyšších stupních škol; ať již v nezměněné podobě, nebo obohacené o nové otázky. Z pohledu teoretického modelu (obr. 3) znají starší žáci či studenti více křížovatek, a tak bude velice pravděpodobně existovat více cest k objevování. Jinak řečeno, při řešení úlohy se staršími žáky a studenty se mohou uplatňovat nové (neprvostupňové) metody řešení a mohou být nalezena nová řešení.

Části úloh, které jsou pro žáky 1. stupně příliš obtížné (z hlediska používaných pojmů nebo potřebných postupů) a jsou vhodné až pro žáky 2. stupně, označujeme dvěma hvězdičkami – **. Domníváme se, že při jejich začlenění do výuky na 1. stupni by pravděpodobně nebyl plně využit jejich potenciál.

Části úloh, které jsou příliš obtížné i pro žáky 2. stupně, označujeme třemi hvězdičkami – ***. V tomto článku jsou uvedeny hlavně pro učitele a didaktiky matematiky, aby si mohli udělat lepší představu o obsahovém cíli příslušné úlohy a sami si mohli vyzkoušet bádání s vyšší obtížností.

Učitel se musí sám rozhodnout, ve kterém ročníku kterou úlohu využije a proč. Při tomto rozhodování není až tak důležitý věk žáků, ale hlavně zvolený učební cíl. To znamená, že učitel musí být schopen si uvědomit, jaká témata a metody řešení se danou úlohou mohou rozvíjet, a posoudit, zda jsou v souladu s jeho učebním plánem.

Je-li badatelská úloha zadána ve formě slovní úlohy, tak vstupní situaci badatelského procesu určují podmínky slovní úlohy, výstupní situaci určují otázky. Úlohy s jednou podmínkou a jednou otázkou budeme nazývat *jednoduché badatelské úlohy*. Třídít je budeme podle množství informací, které určují vstupní situaci – vstupních informací. Toto množství může být obecně různě velké, ale pro badatelské úlohy jsou typické dvě krajnosti: informační strohost a informační hutnost.

¹² „Když jsem po univerzitních studiích začal vyučovat matematiku na střední škole, byl jsem přesvědčen, že náležitým vysvětlením definic, vět a důkazů dovedu studenty k porozumění matematice. V praxi jsem poznal, že důležitější pro pochopení problematiky jsou příklady.“ (Kuřina, 2005: s. 19)

¹³ Všechny níže uvedené úlohy mají aspoň jednu takovou část.

6.1 ÚLOHY INFORMAČNĚ STROHÉ

Badatelské úlohy s velmi malým množstvím vstupních informací (podmínek) budeme nazývat úlohy informačně strohé. Badatelské úlohy tohoto typu jsou na vstupu hodně neurčité a díky tomu nabízejí mnoho způsobů, jak neurčitost transformovat v určitost – mají velký badatelský potenciál.

Uveďme si příklady několika takových úloh.

* **Úloha 1:** *Kde je v tvém okolí číslo 7?*

Úloha vytváří otevřenou situaci, ve které žáci shromažďují různé modely související s číslem 7 (příp. s jiným číslem). Je možné ji začlenit do výuky již v 1. třídě, v období probírání numerace do 10.

* **Úloha 2:** *Obsah neznámého obrazce je 64 cm^2 . Jak by tento obrazec mohl vypadat?*

Tato úloha směřuje k prekonceptům pojmu obsah. Podrobně o podobné úloze směřující k prekonceptům pojmu objem se zmiňujeme (Samková, 2014).

* **Úloha 3:** *Obsah čtverce je 64 cm^2 . Jak by tento čtverec mohl vypadat?*

Tato informačně strohá úloha na první pohled nevypadá jako badatelská, ale když se nad ní hlouběji zamyslíme, tak zjistíme, že i při jejím řešení se dají uplatnit badatelské postupy.

Mezi informačně strohé badatelské úlohy patří často úlohy rozvíjející finanční gramotnost či úlohy z propedeutiky statistiky.

* **Úloha 4:** *Zjistěte v obchodech v okolí svého bydliště ceny jablečného džusu a rozhodněte, ve kterém obchodu se vyplatí džus koupit.*

Úloha se zpracovává formou projektu; žák sám rozhoduje, ve kterých obchodech si bude zjišťovat potřebné údaje.

Tato úloha je zároveň příkladem problému, jehož řešení mohou být nejasně klasifikovatelná, neboť výběr nejlepšího řešení ovlivňují individuální názory žáků na zkoumanou situaci: *Chci koupit velké nebo malé balení džusu? Chci koupit větší balení, pokud vyjde v přepočtu levněji? Vejde se mi velké balení do lednice? Mám na něj dost peněz? Stihneme ho včas vypít? Chci strávit více času cestou na nákup do vzdáleného obchodu? Chci nést těžký nákup ze vzdáleného obchodu? Nebo raději nakoupím o trochu draž v obchodě vedle našeho domu? Chci využít akce a koupit více balení najednou, protože to vyjde levněji? Jsem ochotný si na takovou akci počkat do příštího týdne?...*

Problematika ovlivňování volby nejlepšího řešení individuálními názory žáků je rozpracována např. v sadě článků M. Komana a M. Tiché česky publikovaných v časopisu *Matematika – fyzika – informatika*: (Koman & Tichá, 1995, 1996a, 1996b, 1997).

Náměty na další badatelské úlohy rozvíjející finanční gramotnost naleznete v (Samková, 2012b) a (Petrášková, 2013).

* **Úloha 5:** *Jak vypadá typický žák v naší třídě?*

Úloha směřuje k prekonceptům statistického pojmu modus, je inspirována studií Fieldingové-Wellsové a Makarové (2008). Podobnou úlohu využila Kubínová (2002) ve svém projektu „Pepík Náš aneb Jaká je ta naše třída“ k expozici aritmetického průměru a různých druhů závislostí.

6.2 ÚLOHY INFORMAČNĚ HUTNÉ

Opakem informačně strohých úloh jsou úlohy informačně hutné, jejich vstupní situace je daná velkým množstvím informací, ve kterém se žák musí správně zorientovat. Součástí vstupních informací může být i popis nějakého složitěji definovaného prostředí (ve vztahu k aktuálním znalostem žáků).

* **Úloha 6:** *Jaký obvod má mnohoúhelník, který je sestaven ze čtyř shodných pravoúhlých trojúhelníků s délkami stran 3, 4, 5?*

Přestože je informačně hutná, umožňuje tato úloha volit různé cesty a různý rozsah oblasti bádání. Podrobněji v (Roubíček, 2014b).

Trojúhelníková mozaika použitá v úloze 6 je příklad geometrického prostředí, ve kterém lze uplatnit badatelský přístup. Takových prostředí existuje celá řada; některá z nich jsou běžně využívána ve školní praxi, například úlohy řešené ve čtvercové síti (na geoboardu) nebo pomocí různých stavebnic (Polydron, Geomag, Soma kostka); jiná jsou využívána méně, například úlohy řešené pomocí zrcátek, střiháním nebo překládáním papíru.

* **Úloha 7:** *Rozstříhni čtverec ABCD podle úsečky EB na dvě části (bod E je středem strany DC). Skládej různé tvary tak, že díly spojíš celou stranou. Kolik tvarů vznikne?*

Více podrobností a další podobné úlohy jsou v (Hošpesová & Samková, 2012).

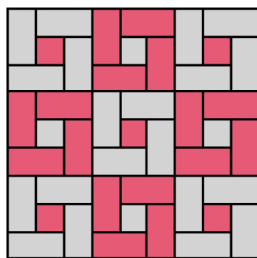
Mezi méně obvyklá prostředí patří také pravidelná trojúhelníková síť.

* **Úloha 8:** *Sestav různé obrazce tvořené shodnými rovnostrannými trojúhelníky ze třech páráték. Kolik páráték je potřeba k sestavení nějakého většího obrazce?*

Tato úloha vychází z geometrického prostředí, ve kterém řešitel uvažuje různé geometrické obrazce, ale jejím výstupem je aritmetické či algebraické vyjádření změny velikosti obrazce. Zadání úlohy nevymezuje způsob, jakým mají být obrazce zvětšovány, a tak umožňuje mnoho různých bádání. Podrobněji v (Roubíček, 2014b).

Vstupní informace badatelské geometrické úlohy může být také vizualizovaná – reprezentovaná obrázkem či fotografií.

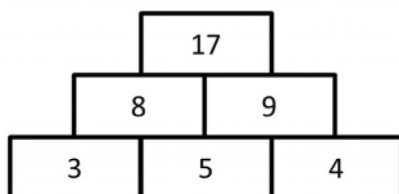
* **Úloha 9:** *Prohlédni si dlažbu chodníku na obr. 4. Jak lze vytvořit takovou mozaiku?*



Obr. 4: Dlažďení

Podle stručného textu zadání by mohla být úloha mylně klasifikována jako informačně strohá, ale je nutné si uvědomit, že obrázek, který je součástí zadání úlohy, obsahuje velké množství důležitých informací. Podrobně vyřešené podobné úlohy naleznete v (Roubíček, 2014a, 2014b).

* **Úloha 10:** Prohlédni si číselnou zed' na obr. 5. Jak lze vytvořit takovou zed'?



Obr. 5: Číselná zed'

Tato úloha je inspirována publikací (Wittmann & Müller, 1990). Podobně jako v úloze 9 je text úlohy krátký, ale informace jsou skryty v obrázku.

Informačně hutnými badatelskými úlohami bývají i ty úlohy z propedeutiky statistiky, které v zadání obsahují datové soubory.

* **Úloha 11:** Na farmě mají jedno políčko s fazolemi na sluníčku a druhé ve stínu. V tab. 2 jsou uvedeny přibližné hmotnosti fazolí na těchto políčkách 6, 8 a 10 týdnů od vysázení. Které políčko je vhodnější pro pěstování fazolí?

Tab. 2: Hmotnosti fazolí

SLUNCE	6 týdnů	8 týdnů	10 týdnů	STÍN	6 týdnů	8 týdnů	10 týdnů
Řádek 1	9 kg	12 kg	13 kg	Řádek 1	5 kg	9 kg	15 kg
Řádek 2	8 kg	11 kg	14 kg	Řádek 2	5 kg	8 kg	14 kg
Řádek 3	9 kg	14 kg	18 kg	Řádek 3	6 kg	9 kg	12 kg

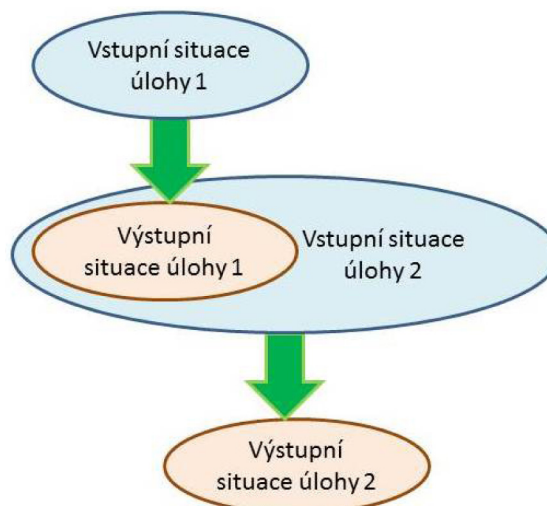
Úloha je převzata z (English & Watters, 2004), článek popisuje zkušenosti se zařazením podobných úloh do výuky ve 3. ročníku ZŠ.

Pouhou změnou otázky na *Kolik fazolí bude na políčkách 12 týdnů od vysázení?* vytvoříme úlohu zaměřenou na matematické modelování.

Jednoduché badatelské úlohy můžeme různě skládat a získat *úlohy složené*.

6.3 ÚLOHY HIERARCHICKY SLOŽENÉ

Velký badatelský potenciál mají úlohy hierarchicky složené. Při tomto způsobu skládání se výstupní situace jedné úlohy stává součástí vstupní situace úlohy další (viz obr. 6). Samo toto složení má v sobě prvky neurčitosti, protože řešitel nikdy dopředu neví, které součásti řešení první úlohy budou pro druhou úlohu relevantní a které nikoliv.



Obr. 6: Dvě badatelské úlohy složené hierarchicky, inspirováno hierarchickým schématem slovní úlohy o dvou operacích (Nesher & Hershkovitz, 1994)

* **Úloha 12:**

- Rozstříhni čtverec jedním rovným stříhem na dva díly. Z těchto dílů skládej tvary. Kolik tvarů vznikne?
- Pokus se čtverec rozstříhnout tak, aby mohlo vzniknout co nejvíce tvarů. Jaký je nejvyšší počet tvarů?

Tato úloha volně navazuje na úlohu 7. Část a) může být samostatnou badatelskou úlohou, při řešení části b) využíváme poznatky získané při řešení úlohy a). Podrobněji v (Hošpesová & Samková, 2012).

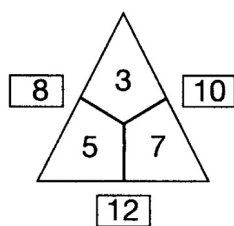
* **Úloha 13:** Prohlédni si číselnou zeď na obr. 5.

- Jak lze vytvořit takovou zeď? Najdi všechny číselné zdi, které můžeš postavit se základními kameny 3, 4, 5 (podobně jako na obr. 5). Zdi vypočti a porovnej.
- Sám si vyber tři základní kameny a počítej stejně.
- Popiš, čeho sis všiml.
- Můžeš to odůvodnit?

Tato úloha, která je převzata z publikace (Wittmann & Müller, 1990), je rozšířením úlohy 10. Část a) může být samostatnou badatelskou úlohou, při řešení částí b)–d) využíváme poznatky získané při řešení předchozích částí (např. pravidlo, podle kterého se čísla do zdi doplňují).

* **Úloha 14:**

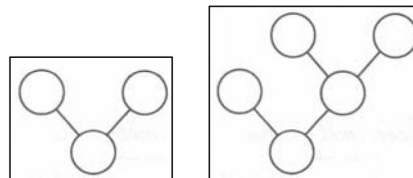
- Najděte a popište pravidlo, podle kterého se doplňují čísla v trojúhelníku na obr. 7.
- Rozhodněte, které z následujících tvrzení je pravdivé, a své tvrzení zdůvodněte:
 - Součet vnějších čísel se rovná součtu vnitřních čísel.
 - Součet všech tří vnějších čísel může být číslo sudé i liché.
- Doplňte vnitřní čísla, jsou-li vnějšími čísly (i) 6, 13 a 14; (ii) 13, 21 a 23.



Obr. 7: Číselný trojúhelník

Tato úloha je inspirována výukovým prostředím popsaným např. v publikaci Krauthausena a Schererové (2013). Část a) by mohla být samostatnou badatelskou úlohou. Její výstupní informace (tj. znění pravidla pro doplňování čísel) je nezbytnou součástí vstupních informací částí b) a c).

* **Úloha 15:** Vytvořte jednoduchou úlohu, příběh, historku ke schématu na obr. 8 vlevo. Jeden z údajů na obr. 8 vlevo nahraďte jednoduchou úlohou (např. tak, jak je to znázorněno na obr. 8 vpravo), aby vznikla úloha, k jejímuž vyřešení jsou potřeba dva výpočty. Jak jinak je možné rozvíjet řetězec? Jaké různé slovní úlohy k nim můžeme vytvořit?



Obr. 8: Struktura slovní úlohy

Idea přiřazování schémat slovním úlohám se objevuje již v učebnicích pro 2. ročník (Kittler & Kuřina, 1994).

My jsme tuto úlohu využili také v kurzech pro budoucí učitele 1. i 2. stupně ZŠ. Ukázalo se, že upravování struktury slovní úlohy pomáhá studentům vytvořit si nadhled, který jim umožňuje lépe chápat řešení úlohy (podrobněji v Tichá, 2014; Tichá & Hošpesová, 2014).

/**/ Úloha 16:**

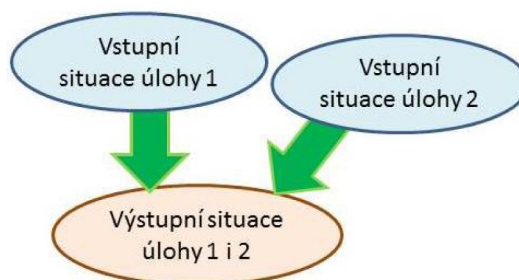
- Rozlož číslo 10 na součet dvou (přirozených) čísel a tato dvě čísla vynásob. Jaký nejmenší a jaký největší součin dostaneš?
- Číslo 10 rozlož na součet tří (přirozených) čísel a tato tři čísla vynásob. Jaký nejmenší a jaký největší součin dostaneš?
- Číslo 10 rozlož na součet libovolného počtu (přirozených) čísel a tato čísla vynásob. Jaký nejmenší a jaký největší součin dostaneš?
- Jak bude řešení úloh a) až c) vypadat pro čísla 7, 8, 9 a 11?
- Existuje strategie pro řešení úloh a) až c) nezávislá na volbě rozkládaného čísla?
- Jak se situace změní, budeme-li úlohu řešit v oboru racionálních či reálných čísel?

I v tomto případě by úlohy a), b) a c) mohly být samostatnými badatelskými úlohami. Při řešení úloh b) až f) využíváme poznatky získané při řešení úloh, které jim předcházely (více podrobností v Artigue & Baptist, 2012: s. 7). Velice zajímavé je zdůvodnění strategií pro e) a f) a jejich vztah.

Poznámka k obtížnosti: * je určena pro úlohy a)–e), ** pro f) v oboru racionálních čísel, *** pro f) v oboru reálných čísel.

6.4 ÚLOHY S DYNAMICKÝM VSTUPEM

Složíme-li k sobě více úloh se stejnou otázkou, dostaneme úlohu s dynamickým¹⁴ vstupem. Každá další dílčí úloha přidává vstupní informace (podmínky), ale otázku nemění, a tak se nemění ani výstupní situace (viz obr. 9). Složená úloha má méně řešení než dílčí úlohy, protože její řešení musí vyhovovat všem dílčím podmínkám. Úlohu s dynamickým vstupem bychom také mohli charakterizovat jako úlohu postupně informačně upřesňovanou.



Obr. 9: Složení dvou úloh se stejnou otázkou

¹⁴Dynamický ve smyslu projevující vývoj.

* **Úloha 17:**

- a) *Ve třídě je 18 členů pěveckého a 16 členů sportovního kroužku. Co můžeš s jistotou říci o počtu dětí ve třídě?*
- b) *Doplňěk k úloze a): 6 dětí je členy obou kroužků.*
- c) *Další doplněk: 4 děti nejsou členy ani pěveckého ani sportovního kroužku.*

Tato úloha je převzata z učebnice (Kittler, Kuřina & Tichá, 1994: s. 80).

Úloha b) vznikla složením úlohy a) a úlohy *Ve třídě je 6 dětí členy sportovního i pěveckého kroužku. Co můžeš s jistotou říci o počtu dětí ve třídě?*; úloha c) vznikla složením úlohy b) a úlohy *4 děti ve třídě nejsou členy ani pěveckého ani sportovního kroužku. Co můžeš s jistotou říci o počtu dětí ve třídě?*

Chceme-li plně využít badatelský potenciál této úlohy, můžeme řešit každou její dílčí úlohu zvlášť a sledovat, jak řešení dílčích úloh souvisí s řešeními úloh z nich složených.

*/** **Úloha 18:**

- a) *Mají následující trojice čísel nějakou společnou vlastnost?*
[15, 70, 95], [55, 60, 65], [60, 50, 70], [45, 45, 90], [100, 20, 60],
[43, 72, 65], [20, 45, 115], [155, 20, 5], ...
- b) *Čísla v trojicích udávají velikosti úhlů v trojúhelníku. Ověřte, že vámi nalezená společná vlastnost platí pro úhly v každém trojúhelníku.*

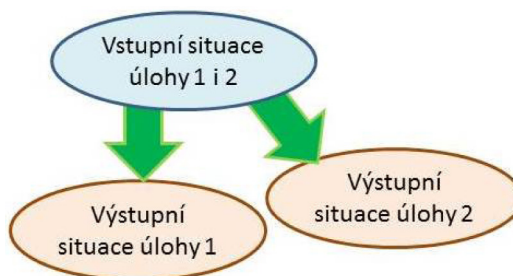
Úloha a) vznikla složením úloh *Jaký je vztah mezi čísly v trojici [15, 70, 95]?*, *Jaký je vztah mezi čísly v trojici [55, 60, 65]?* V tomto případě by řešení dílčích úloh bylo příliš časově náročné, vhodnější je se rovnou soustředit na řešení složené úlohy.

Žákům můžeme dát k dispozici dlouhý seznam trojic, nebo je možné využít nějaký dynamický geometrický software (GeoGebra, Cabri aj.) a nechat si trojice úhlů generovat jeho prostřednictvím. Žák se může stát i aktivním spoluvůrcem úlohy, když trojúhelníky v počítači bude sám vybírat, a tím ovlivňovat, které trojice čísel se stanou součástí zadání (podrobněji v Samková, 2014).

Poznámka k obtížnosti: * pro úlohu a), ** pro úlohu b).

6.5 ÚLOHY S DYNAMICKÝM VÝSTUPEM

Složíme-li k sobě více úloh se stejnou vstupní situací, dostaneme úlohu s dynamickým výstupem. Každá další dílčí úloha přidává novou výstupní situaci (otázku), ale vstupní situace se nemění (viz obr. 10). Úlohu s dynamickým výstupem bychom také mohli charakterizovat jako úlohu postupně informačně vytěžovanou.



Obr. 10: Složení dvou úloh se stejnou vstupní situací

//*** **Úloha 19:** Z 12 párátěk můžeme vytvořit čtverec, jehož obsah je $9 j^2$.

- Dokážete z 12 párátěk vytvořit n -úhelníky s obsahem 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, $1 j^2$?
- S obsahem větším než $9 j^2$?
- S neceločíselným obsahem?
- S obsahem menším než 1?
- S libovolně velkým obsahem?
- Dokážete vytvořit n -úhelníky s $n \neq 4$, jejichž obsah je 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, $1 j^2$?

Použít musíte vždy všechna párátka.

Úloha je inspirována Pehkonenovou úlohou (1992: s. 4). Velice zajímavé je obecné řešení umožňující vytvořit n -úhelník s libovolným obsahem menším než $9 j^2$ a také řešení pro $n \neq 4$ využívající Pythagorovu větu k vytvoření n -úhelníků s obsahem 6, 5, 4 a $3 j^2$.

Jako přípravou můžeme zvolit úlohu hledající všechny trojúhelníky (obdélníky, pravidelné n -úhelníky), které je možné z 12 párátěk sestavit.

Poznámka k obtížnosti úlohy: * pro řešení, která mohou využít čtvercovou síť; ** pro ostatní řešení; *** pro úkol nalézt všechna možná řešení, hlavně řešení pro obsah menší než $3 j^2$ při požadavku $n \neq 4$; * pro přípravou úlohu.

Vhodnou kombinací několika úloh s dynamickým výstupem můžeme vytvořit úlohu, která má dynamický vstup i výstup.

* **Úloha 20:** Jak velké je číslo 10 000?

Kolik je 10 000 želatinových medvídků?

- Kolik je to balíčků?
- Kolik váží?
- Jak dlouho je budeme jíst, když budeme mít každý den jednoho medvídka?

Kolik je 10 000 špaget?

- Kolik je to balení?
- Jak dlouhý proužek by vytvořily, kdybychom je dali za sebou?
- Kolik 100 g porcí bychom z nich uvařili?

Kolik je 10 000 listů papíru?

- Kolik je to balíků?
- Jak vysoký komín bychom z nich postavili?
- Jakou plochu bychom s nimi mohli vyplnit?

Kolik je 10 000 minut?

- Kolik je to dní?
- Kolik je to dní školního vyučování?
- Kolik je to prospaných nocí?

Za jak dlouho vyjmenuješ všechna čísla od 1 do 10 000?

České pracovní listy k dalším badatelským úlohám jsou také na webu (FP, 2013).

7 ZÁVĚR

Teoretické rámce, které korespondují s BOVM (viz oddíl 4), mají za sebou v evropském i českém kontextu více či méně dlouhou historii a jí odpovídající objem provedených šetření. BOVM jako takové však v Evropě dlouhou tradici nemá, a tak mezi publikacemi souvisejícími s BOVM můžeme nalézt hlavně aplikační výstupy z projektů.

Badatelsky orientovanému vyučování přírodovědným předmětům se v poslední době věnovaly dvě rozsáhlé studie (Hattie, 2009; Minner, Levy & Century, 2010). První z nich analyzuje 205 dílčích výzkumů a na jejich základě ukazuje, že z hlediska znalostí žáků má BOV (i) největší efekt na prvním stupni ZŠ a tento efekt s postupujícím věkem žáků klesá; (ii) dvakrát větší vliv na procesy než na obsah. Druhá studie na základě výzkumné otázky *Jaký je vliv badatelsky orientované výuky přírodovědných předmětů na výsledky žáků základních škol?* analyzuje výsledky 138 dílčích výzkumů a na jejich základě konstatuje, že efekt BOV není tak výrazně pozitivní, jak očekávali, ale že u žáků indikují zlepšení v konceptuálním porozumění přírodovědným předmětům jako důsledek aktivní participace v badatelském procesu.

Za pozornost rozhodně stojí publikace (Bruder & Prescott, 2013), která uvádí rozsáhlý přehled výzkumu souvisejícího s BOV, včetně výzkumů zaměřených na korespondující teoretické rámce.¹⁵ Výzkumy zaměřené přímo na BOV jsou zde výhradně z oblasti vyučování přírodovědným předmětům. Tato přehledová studie se také věnuje výzkumům, které na BOV pohlížejí kriticky. Autorky na jejich základě upozorňují (s. 818), že občas jsou očekávání směřovaná směrem k BOV příliš vysoká, zvláště v případech, kdy učitel považuje BOV za svoji nejoblíbenější metodu. Jako řešení navrhuje doplňovat BOV vhodnou kombinací dalších výukových metod.

V oblasti BOV a BOVM je mnoho neprobádaného, pro další výzkum v didaktice matematiky se tak nabízí mnoho důležitých otázek: Které strategie jsou relevantní pro BOV a jak se je mohou žáci efektivně naučit využívat? Jak se mohou žáci efektivně naučit klást správně (matematické) otázky, správně prezentovat své závěry? Jak žáky při BOV hodnotit? Jakým způsobem ovlivňují úspěšnost BOV okolní podmínky (např. podpora učitele)? (Bruder & Prescott, 2013: s. 820).

Dle našeho názoru je důležitým předstupněm implementace BOV do matematického vzdělávání odpovídající reforma vzdělávání učitelů. Jako jednu z možných cest vidíme zavedení badatelsky orientovaných matematických kurzů do vysokoškolské přípravy budoucích učitelů, ve kterých by si tito budoucí učitelé mohli prožít BOVM z pozice žáka. V rámci projektu *Zkvalitňování znalostí matematického obsahu u budoucích učitelů 1. stupně prostřednictvím badatelsky orientované výuky*, podporovaném GA ČR, realizujeme badatelsky orientované kurzy aritmetiky a didaktiky matematiky pro studenty učitelství pro 1. stupeň ZŠ a sledujeme vliv tohoto typu vyučování na jejich znalosti matematického obsahu. Vycházíme z předpokladu, že řešení vhodných úloh a jejich didaktická analýza ukáže studentům, jak důležitá je jejich znalost matematiky a jak je nutné (a potřebné) ji využívat při přípravě a realizaci výuky matematiky. Naše dosavadní zkušenosti ukazují, že studenti považují BOVM za užitečné a jsou motivováni zúčastnit se činností, které jsou na něm založeny. Selhávají ale v propojování toho, co se naučili v teoretických kurzech, s požadavky, které na ně klade didaktická analýza úloh a realizace BOVM

¹⁵Z pohledu našeho příspěvku je zajímavá zde uvedená anglická studie (Boaler, 1998), která sleduje vliv otevřeného přístupu k vyučování matematice na zkušenosti a porozumění žáků ve věku 13–16 let.

v praxi. Cestou k uplatňování BOVM je, podle našeho soudu, (a) záměrné postupné budování propojení mezi učebními obsahy základního vzdělávání a matematikou i v nedidaktických matematických kurzech pro budoucí učitele; (b) prokazování užitečnosti matematiky (pomocí vhodných témat). Využívání BOVM v kurzech matematiky i její didaktiky vytváří porozumění roli uvažování ve vzdělávání (nejen matematickém) a souvisejících generalizací, hledání shod a rozdílů, objevování pravidelností, vzorů, dovednosti vizualizovat, najít vhodnou reprezentaci a objasnit ji. Také se podpoří povědomí studentů o vhodné argumentaci a různých možnostech, jak dospět k závěrům.

PODĚKOVÁNÍ

Tato studie byla realizována s podporou projektu GAČR 14-01417S *Zkvalitňování znalostí matematického obsahu u budoucích učitelů 1. stupně prostřednictvím badatelsky orientované výuky* a RVO 67985840.

LITERATURA

Arnold, V. I. (2000). Polymathematics: Is mathematics a single science or a set of arts? In V. Arnold, M. Atiyah, P. Lax & B. Mazur (Eds.), *Mathematics: Frontiers and perspectives* (403–416). Providence: AMS.

Artigue, M. & Baptist, P. (2012). *Inquiry in Mathematics Education (Resources for Implementing Inquiry in Science and in Mathematics at School)*. Dostupné z <http://www.fibonacci-project.eu/>

Artigue, M. & Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 45, 797–810.

Artigue, M., Baptist, P., Dillon, J., Harlen, W. & Léna, P. (2011). *Learning through inquiry. The Fibonacci Project Resources*. Dostupné z <http://fibonacci-project.eu>

Blomhøj, M. & Jensen, T. H. (2003). Developing mathematical modelling competence: conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and its Applications*, 22(3), 123–139.

Boaler, J. (1998). Open and closed mathematics: Student experiences and understandings. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(1), 41–62.

Brousseau, G. (1997). *Theory of Didactical situations in mathematics*. Translation from French: M. Cooper, N. Balacheff, R. Sutherland & V. Warfield. Kluwer Academic Publishers.

Brousseau, G. (2012). *Úvod do teorie didaktických situací v matematice*. Z francouzštiny přeložili J. Novotná, J. Bureš & L. Růžičková. Praha: Karolinum.

Bruder, R. & Prescott, A. (2013). Research evidence on the benefits of IBL. *ZDM Mathematics Education*, 45, 811–822.

Bureš, J. (2014). *Žákovská tvorba slovních úloh jako indikátor matematické kultury žáků ZŠ*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta (dizertační práce).

Cai, J. (2010). Commentary on problem solving heuristics, affect, and discrete mathematics: A representational discussion. In B. Sriraman & L. English (Eds.), *Theories of mathematics education* (251–258). New York: Springer.

- Dewey, J. (1938). *Logic: The theory of inquiry*. New York: Holt.
- Doerr, H. M. & English, L. D. (2003). A modeling perspective on students' mathematical reasoning about data. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(2), 110–136.
- Dorier, J.-L. & Maaß, K. (2014). Inquiry-based mathematics education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (300–304). Dordrecht: Springer.
- Eastwell, P. (2009). Inquiry learning: Elements of confusion and frustration. *The American biology teacher*, 71(5), 263–264.
- English, L. & Watters, J. (2004). Mathematical modeling in the early school years. *Mathematics Education Research Journal*, 16(3), 59–80.
- Fibonacci Project (2013). *Ukázky pracovních listů vytvořených a vyzkoušených během projektu*. Dostupné z <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/m/envilisty.html>
- Fielding-Wells, J. & Makar, K. (2008). Using mathematical inquiry to engage student learning within the overall curriculum. In J. Adler & D. Ball (Eds.), *Eleventh International Congress of Mathematics Education (ICME11) mathematical knowledge for teaching* (1–17). Monterrey, Mexico.
- Fishbein, E. (1999). Intuition and schemata in mathematical reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 38, 11–50.
- Fradd, S. H., Lee, O., Sutman, F. X. & Saxton, M. K. (2001). Promoting science literacy with English language learners through instructional materials development: A case study. *Bilingual Research Journal*, 25(4), 417–439.
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational task*. Dordrecht: Reidel Publishing Company.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education. China lectures*. Dordrecht: Kluwer.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 800 metaanalyses relating to achievement*. London: Routledge.
- Hejný, M. (2004). Chyba jako prvek edukační strategie učitele. In M. Hejný, J. Novotná & N. Stehlíková (Eds.), *Dvacet pět kapitol z didaktiky matematiky, sv. 1* (63–80). Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.
- Hejný, M. (2007). Budování matematických schémat. In A. Hošpesová, N. Stehlíková & M. Tichá (Eds.), *Cesty zdokonalování kultury vyučování matematice* (81–122). České Budějovice: Jihočeská univerzita.
- Hejný, M. (2014). *Vyučování matematice orientované na budování schémat: aritmetika 1. stupně*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.
- Hejný, M. & Kuřina, F. (2009). *Dítě, škola a matematika: Konstruktivistické přístupy k vyučování*. Praha: Portál.
- Hošpesová, A. & Samková, L. (2012). Skládání tvarů jako podnět k badatelským aktivitám v geometrii na ZŠ. In *Sborník konference Jak učit matematice žáky ve věku 10–16 let* (123–130). Plzeň: Vydavatelský servis.
- Hošpesová, A., Jagoda, E., Kouřilová, J., Macháčková, J., Mazehóová, Y., Roubíček, F., Stuchlíková, I., Swoboda, E. & Tichá, M. (2010). *Náměty pro přirozenou diferenciaci v matematice na 1. stupni základního vzdělávání. Podnětná prostředí v geometrii*. Rzeszów (Polsko): Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego.

- Janoušková, S., Novák, J. & Maršák, J. (2008). Trendy ve výuce přírodovědných oborů z evropského pohledu. *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Trnaviensis*, Ser. D, Supplementum 2(12), 129–132.
- Kaiser, G. & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *ZDM Mathematics Education*, 38(3), 302–310.
- Kaiser, G., Blum, W., Borromeo Ferri, R. & Stillman, G. (Eds.). (2011). *Trends in teaching and learning of mathematical modelling*. Dordrecht: Springer.
- Kittler, J. & Kuřina, F. (1994). *Matematika pro 2. ročník*. Praha: MÚ AV ČR a ALBRA.
- Kittler, J., Kuřina, F. & Tichá, M. (1994). *Matematika pro 3. ročník*. Praha: MÚ AV ČR a ALBRA.
- Koman, M. & Tichá, M. (1995). Řešíme úlohy o nákupech, cenách, zisku. *Matematika – fyzika – informatika*, 5(3), 113–117 a 5(4), 172–177.
- Koman, M. & Tichá, M. (1996a). Cestování – čas – peníze. *Matematika – fyzika – informatika*, 5(5), 227–232 a 5(6), 281–284.
- Koman, M. & Tichá, M. (1996b). Jedeme na výlet – vlakem, autobusem, možná i jinak. *Matematika – fyzika – informatika*, 5(8), 399–406 a 5(9), 449–454.
- Koman, M. & Tichá, M. (1997). Jak v matematice zvládají žáci zkoumání situací z praxe (Cestování – čas – peníze). *Matematika – fyzika – informatika*, 7(1), 2–12.
- Komenský, J. A. (1948). *Didaktika velká*. Brno: Komenium.
- Krauthausen, G. & Scherer, P. (2013). Manifoldness of tasks within a substantial learning environment: Designing arithmetical activities for all. In J. Novotná & H. Moraová (Eds.), *Proceedings of the International Symposium Elementary Maths Teaching: Tasks and tools in elementary mathematics* (171–179). Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.
- Kubínová, M. (2002). *Projekty ve vyučování matematice – cesta k tvořivosti a samostatnosti*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.
- Kuřina, F. (1976). *Problémové vyučování v geometrii*. Praha: SPN.
- Kuřina, F. (1978). Vyučování matematice a modely. *Matematika a fyzika ve škole*, 8, 641–650.
- Kuřina, F. (2002). O matematice a jejím vyučování. *Obzory matematiky, fyziky a informatiky*, 31(1), 1–8.
- Kuřina, F. (2005). Geometrie a geometrické vzdělávání. In S. Olivík (Ed.), *Sborník příspěvků 25. Konference o geometrii a počítačové grafice* (15–22). Praha: JČMF.
- Kuřina, F. (2011). *Matematika a řešení úloh*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta.
- Lederman, N. G. & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: Activities that promote understanding of the nature of science. In W. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (83–126). Boston: Kluwer.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Schwartz, R. E. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521.
- Mareš, J. & Gavora, P. (1999). *Anglicko-český pedagogický slovník*. Praha: Portál.

- McComas, W. F. (Ed.). (1998). *The nature of science in science education: Rationales and strategies*. Boston: Kluwer.
- Minner, D., Levy, A. & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction — what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Nesher, P. & Hershkovitz, S. (1994). The role of schemes in two-step problems: analysis and research findings. *Educational Studies in Mathematics*, 26, 1–23.
- Nohda, N. (2000). Teaching by open-approach method in Japanese mathematics classroom. In *Proceedings of the Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Hiroshima, Japan, Vol. 1* (39–53). Hiroshima, Japan: Hiroshima University.
- Nováková, H. (2013). Analýza a priori jako součást přípravy učitele na výuku. *Scientia in educatione*, 4(2), 20–51.
- Novotná, J. & Hošpesová, A. (2013). Students and Their Teacher in a Didactical Situation. A Case Study. In B. Kaur, G. Anthony, M. Ohtani & D. Clarke (Eds.), *Student Voice in Mathematics Classrooms around the World* (133–142). Rotterdam: Sense Publishers.
- Novotná, J., Pelantová, A., Hrabáková, H. & Krátká, M. (2006). *Příprava a analýza didaktických situací*. Studijní materiály k projektu Podíl učitele matematiky ZŠ na tvorbě ŠVP. Dostupné z <http://class.pedf.cuni.cz/NewSUMA/FileDownload.aspx?FileID=94>
- Papáček, M. (2010). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*, 1(1), 33–49.
- Patáková, E. (2013). *Metody tvorby úloh pro nadané žáky*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.
- Pehkonen, E. (1992). Using problem fields as a method of change. *The Mathematics Educator*, 3(1), 3–6.
- Pehkonen, E. (1995). Using open-ended problems in mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 27(2), 55–57.
- Petrášková, V. (2013). Pěstování finanční gramotnosti ve vzdělání žáků 2. stupně ZŠ. *Matematika – fyzika – informatika*, 22(3), 173–182.
- Pólya, G. (1945). *How to solve it*. New Jersey: Princeton University Press.
- Pólya, G. (1962). *Mathematical discovery* (Vol. 1). New York: Wiley.
- Průcha, J., Walterová, E. & Mareš, J. (2009). *Pedagogický slovník*. Praha: Portál.
- Roubíček, F. (2014a). Geometrické konstrukce a pravidelné mozaiky. In *Matematika 6. Matematické vzdělávání v primární škole – tradice a inovace* (227–231). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Roubíček, F. (2014b). Sedm podob badatelsky orientovaného vyučování matematice II. In *Sborník konference Setkání učitelů matematiky všech typů a stupňů škol 2014* (169–174). Plzeň: Vydavatelský servis.

- Samková, L. (2011). Badatelsky orientované vyučování matematiky. In *Sborník 5. konference Užití počítačů ve výuce matematiky (336–341)*. České Budějovice: Jihočeská univerzita.
- Samková, L. (2012a). Jak velká je třetina koule? *South Bohemia Mathematical Letters*, 20(1), 25–29.
- Samková, L. (2012b). Pracovní listy pro badatelsky orientované vyučování matematiky. In *Sborník konference Setkání učitelů matematiky všech typů a stupňů škol 2012 (167–172)*. Plzeň: Vydavatelský servis.
- Samková, L. (2013). Modelování reálných situací v matematice na SŠ – Stěhovací problém. *South Bohemia Mathematical Letters*, 21(1), 67–75.
- Samková, L. (2014). Sedm podob badatelsky orientovaného vyučování matematice I. In *Sborník konference Setkání učitelů matematiky všech typů a stupňů škol 2014 (187–192)*. Plzeň: Vydavatelský servis.
- Schoenfeld, A. H. & Kilpatrick, J. (2013). A US perspective on the implementation of inquiry-based learning in mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 45, 901–909.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, meta-cognition, and sense-making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook for research on mathematics teaching and learning (334–370)*. New York: MacMillan.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G. & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Teacher Education*, 88(4) 610–645. DOI: 10.1002/sce.10128
- Skemp, R. R. (1971). *The psychology of learning mathematics*. Penguin Books.
- Stehlíková, N. (2004). Konstruktivistické přístupy k vyučování matematice. In M. Hejný, J. Novotná & N. Stehlíková (Eds.), *Dvacet pět kapitol z didaktiky matematiky, sv. 1 (11–21)*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.
- Stehlíková, N. (Ed.). (2007). *Náměty na podnětné vyučování v matematice*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.
- Stehlíková, N. & Ulrychová, M. (2011). Žákovské konstrukce poznatků v matematice. *Scientia in educatione*, 2(2), 39–58.
- Stuchlíková, I. (2010). O badatelsky orientovaném vyučování. In M. Papáček (Ed.) *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování (129–135)*. České Budějovice: Jihočeská univerzita.
- Tichá, M. (2014). Objevování struktury slovních úloh ve vzdělávání učitelů. In *Matematika 6. Matematické vzdělávání v primární škole – tradice a inovace (260–264)*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Tichá, M. & Hošpesová, A. (2011). Gramotnost učitele matematiky a tvoření úloh. In Hošpesová et al., *Matematická gramotnost a vyučování matematice (39–56)*. Č. Budějovice: Jihočeská univerzita.
- Tichá, M. & Hošpesová, A. (2014). Sedm podob badatelsky orientovaného vyučování matematice III. In *Sborník konference Setkání učitelů matematiky všech typů a stupňů škol 2014 (217–223)*. Plzeň: Vydavatelský servis.
- Tichá, M. & Koman, M. (2000). Towards developing teachers' ability for grasping situations. In J. Kohnová (Ed.), *Proceedings of the International Conference Teachers*

- and their University Education at the Turn of the Millennium (300–306). Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.
- Treffers, A. (1987). *Three Dimensions. A Model of Goal and Theory Description in Mathematics Instruction — The Wiskobas Project*. Dordrecht: Reidel Publishing Company.
- Vyšín, J. (1976). Genetická metoda ve vyučování matematice. *Matematika a fyzika ve škole*, 6, 582–593.
- Vyšín, J. (1962). *Metodika řešení matematických úloh*. Praha: SPN.
- Vyšín, J. (1979). O základním výzkumu a práci Kabinetu pro modernizaci vyučování matematice. *Matematika a fyzika ve škole*, 10, 104–112.
- Vyšín, J. (1972). *Tři kapitoly o problémovém vyučování matematice*. Praha: SPN.
- Wittmann, E. Ch. & Müller, G. N. (1990). *Handbuch produktiver Rechenübungen. Bd. 1: Vom Einspluseins zum Einmaleins*. Stuttgart: Klett.
- Wittmann, E. Ch. (2001). Developing mathematics education in a systemic process. *Educational Studies in Mathematics*, 48, 1–20.
- Zhouf, J. (2010). *Tvorba matematických problémů pro talentované žáky*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.

LIBUŠE SAMKOVÁ, lsamkova@pf.jcu.cz
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta
Katedra matematiky
Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice, Česká republika

ALENA HOŠPESOVÁ, hospes@pf.jcu.cz
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta
Katedra pedagogiky a psychologie
Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice, Česká republika

FILIP ROUBÍČEK, roubicek@math.cas.cz
MARIE TICHÁ, ticha@math.cas.cz
Matematický ústav AV ČR, v.v.i.
Kabinet pro didaktiku matematiky
Žitná 25, 115 67 Praha 1, Česká republika

Didaktika geológie na Slovensku – história, súčasný stav a perspektívy

Lidia Turanová, Ivan Ružek

Abstrakt

Didaktika geológie ako samostatná vedná disciplína na Slovensku nemá dlhú históriu a navyše jej základy a história do 31. decembra 1992 boli spoločné s Českou republikou. V článku sa venujeme vývoju didaktiky geológie a postaveniu geológie vo vzdelávaní na základných a stredných školách na Slovensku. Významnú úlohu v skvalitnení výučby geológie na školách zohrávajú nami prezentované aktivity pregraduálneho i celoživotného vzdelávania učiteľov. Celoživotné vzdelávanie zabezpečujeme prevažne v rámci riešenia rôznych typov projektov. V záverečnej časti analyzujeme a hodnotíme súčasné postavenie geológie (geologického učiva) v rámci štátnych i školských rámcových vzdelávacích programov.

Kľúčová slova: didaktika geológie, Slovensko, vzdelávacie štandardy.

Didactics of Geology in Slovakia — History, Current Status and Perspectives

Abstract

The didactics of geology as an independent science discipline does not have long history in Slovakia. Its bases and history up to the end of 1992 were common with the Czech Republic. The article deals with the didactics of geology and the role of geology in education at primary and secondary schools in Slovakia. Presented activities for undergraduate and lifelong teacher education play an important role in the improvement of the teaching of geology at schools. The lifelong learning is mainly provided within various projects. The final part of the article analyses and evaluates the current state of geology (geological curriculum) within the framework of state and school education programmes.

Key words: didactics of geology, Slovakia, lifelong learning, geology curriculum.

1 ÚVOD

Prvá definícia didaktiky geológie pochádza zo 70. rokov a vyskytuje sa v učebných textoch Štván & Navrátil (1973). Uvedení autori definovali didaktiku geológie ako vednú disciplínu, ktorá skúma špecifické podmienky, zákonitosti a javy výchovno-vzdelávacieho procesu podmieneného geologickými poznatkami a objektmi. Bola to vôbec prvá a dlho jediná definícia didaktiky geológie v našej literatúre. Túto definíciu prebrali neskôr Pauk (1979), autori prvej ucelenej knižnej učebnice didaktiky geologických vied u nás. Didaktiku geológie možno teda považovať za samostatnú interdisciplinárnu integrovanú vednú disciplínu, ktorá je jedným zo spojovacích článkov spoločenských vied, zvlášť pedagogiky a psychológie, a jednou z prírodných vied – geológiou. Patrí do skupiny didaktík predmetov, ktoré sa v ostatných rokoch intenzívne rozvíjali a stali sa samostatnými odborními, zaoberajúcimi sa cieľmi, obsahom, prostriedkami a procesom vyučovania v jednotlivých predmetoch, v našom prípade v geologických vedách. Didaktika geológie je úzko spätá s výučbou geologických poznatkov na základných a stredných školách.

2 HISTÓRIA DIDAKTIKY GEOLÓGIE

Históriu didaktiky geológie ako samostatnej vednej disciplíny zhrnuli vo svojich prácach Kočárek (1974) in Pauk (1979) – „30 let vývoje československé didaktiky geológie“ a novšie Dostál (2010) v práci *Didaktika biológie – vývoj a súčasnosť*. Hlavné druhý z uvádzaných autorov podal pomerne podrobný prehľad kľúčových osobností didaktiky biológie a prehľad univerzitných učebníc a prednášok, ktoré boli publikované od roku 1945 do roku 2000.

Pretože história a základy didaktiky geológie na Slovensku boli do 31. decembra 1992 spoločné s Českou republikou, obmedzím sa iba na komentovanie vývoja didaktiky geológie na Slovensku, prípadne rozdielov vo vývoji, ktoré sa prejavili najmä v 90. rokoch minulého storočia.

Jedným z najdôležitejších medzníkov vo vývoji didaktiky geológie nepochybne bolo zrušenie povinnej výučby geológie na gymnáziách v polovici 80. rokov, v dôsledku čoho zanikla pomerne silná a sľubne sa rozvíjajúca skupina didaktikov geológie, ktorá sa vytvorila začiatkom 70. rokov. Na Slovensku sa v tom období objavovali práce zamerané na výučbu geológie celkom ojedinele, napr. Mišík (1971) in Pauk (1971), Cambel (1973) in Pauk (1971), Vincenc (1975) a Hřinda & Hvozďara (1981), ktorých práca predstavuje ucelenú didaktickú príručku pre učiteľov.

Ani na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave nemala didaktika geológie dovtedy veľkú tradíciu napriek skutočnosti, že v 60. rokoch sa na fakulte pripravovali učitelia v kombináciách s geológiou. Študenti učiteľstva geológie absolvovali predmet metodika geológie a pedagogickú prax, ktorých rozsah i obsah boli značne obmedzené. Neskôr v 70. rokoch sa učitelia povinne zúčastňovali na postgraduálnych kurzoch a absolvovali didakticky zamerané prednášky v rámci teórie vyučovania geológie (Modernizácia metódy a foriem vyučovania geológie, Polytechnická výchova pri vyučovaní geológie, Didaktika vyučovania geológie a výchovné využitie učiva, Práce s prírodninami v laboratóriu a exkurzie, Praktické cvičenie z laboratórneho určovania nerastov a hornín, Metóda laboratórneho výskumu minerálov).

Zrušením povinnej výučby predmetu biológia a geológia v roku 1984 bola zrušená aj príprava učiteľov v aprobáciách s geológiou, predmet didaktika geológie sa nevyučoval a odbor didaktika geológie prakticky zanikol. Ojedinele niektoré témy didaktiky geológie prednášali v rámci didaktiky biológie.

3 VÝVOJ PO ROKU 1990

3.1 ŠTÚDIUM UČITEĽSTVA AKADEMICKÝCH PREDMETOV S DIDAKTIKOU GEOLÓGIE

Predmet didaktika geológie sa objavil až v 90. rokoch minulého storočia v študijných plánoch pedagogických kombinácií na Fakulte prírodných vied v Banskej Bystrici, kde ho prednášali do r. 1996 pre študentov učiteľstva biológie. Boli publikované práce Mayerhofferová (1991), ktorá obsahovala študijné texty pre špecializačné štúdium a učebné texty Vincenc (1996). Ich náplň však bola zameraná na vybrané problémy geológie ako vedy, ktorými rozširovali a dopĺňali vedomosti učiteľov a budúcich učiteľov z jednotlivých disciplín geologických vied.

V tom čase sa už začalo pripravovať otvorenie pedagogických kombinácií s geológiou na Prírodovedeckej fakulte v Bratislave. Do študijných plánov učiteľstva geológie sme zaradili didaktiku geológie, ktorej obsahom sme síce naviazali na československú školu z 80. rokov, ale jej obsah a rozsah sme upravili tak, ako mali v tom čase ostatné prírodovedné didaktiky na fakulte, ktorých vývoj sa medzičasom zmenil.

Študenti učiteľstva geológie na Prírodovedeckej fakulte museli absolvovať didaktiku geológie (všeobecnú didaktiku, špeciálnu didaktiku a didaktiku praktických cvičení) v rozsahu troch semestrov s celkovým počtom 5 hodín prednášok, 5 hodín seminárov, 5dňovú exkurziu a pedagogickú prax, v rámci čoho sa integrovali všetky zložky prípravy budúcich učiteľov, odborná, pedagogicko-psychologická a praktická. Cieľom predmetu bolo aplikovať pedagogicko-psychologické a didaktické zákonitosti na teóriu a prax vyučovania geologických poznatkov v rámci predmetov prírodopis alebo biológia na ZŠ a SŠ. K dispozícii mali učebné texty Turanová (2000, 2004) a Turanová & Bizubová (2002).

Všeobecná didaktika geológie poskytovala všeobecný didaktický základ aplikovaný na výučbu geológie. Náplňou prednášok boli kľúčové problémy didaktiky s dôrazom na riadenie výchovno-vyučovacieho procesu a možností jeho zefektívnenia. Študenti sa podrobne oboznámili s vyučovacím procesom, jeho jednotlivými fázami, s uplatňovaním vyučovacích zásad, metód a organizačných foriem, pričom dôraz sa kládol najmä na vyučovacie metódy a formy typické pre výučbu geológie – terénne vychádzky, exkurzie, výučbu v múzeách, jaskyniach, náučných chodníkoch, praktické laboratórne cvičenia a pokusy imitujúce geologické procesy a javy. Nezanedbateľnú časť tvorilo aj získavanie zručnosti pri práci s učebnými pomôckami a technickými prostriedkami (prírodniny, modely, mapy, nákresy) a didaktickou technikou využívanou v geológii.

Špeciálna didaktika geológie bola zameraná na tvorbu modelov jednotlivých typov vyučovacích hodín demonštrovaných na konkrétnych tematických celkoch učiva geológie. Študenti získavali základné informácie o didaktickom využití príslušného modelu, ako ho pripraviť a viesť, s jeho výhodami i ťažkosťami. Podrobne sa oboznámili aj s učebnicami pre výučbu geologickej časti učiva na základných školách (Aubrecht et al., 1998; Kvasničková et al., 2001; Rašlová & Bizubová, 2001; Tolmáčiová & Tolmáči, 2000).

Kurz Didaktika praktických cvičení z geológie bol zameraný na získavanie didaktických vedomostí, zručností a návykov budúcich učiteľov pri praktických laboratórnych a terénnych cvičeniach s dôrazom na terénne pozorovania, zber, uskladnenie a úpravu prírodnín, ako aj na prípravu a realizáciu geologických pokusov začleňovaných do vyučovania geológie. V rámci cvičení budúci učiteľia zisťovali fyzikálne

a chemické vlastnosti minerálov, robili jednoduché skúšky a pokusy. Pri modelových vychádzkach a exkurziách poznávali bezprostredné okolie Bratislavy a možnosti ako možno využiť vychádzky a exkurzie vo výučbe geológie.

Každý, ale predovšetkým učiteľ geológie, by mal poznať nielen svoje bezprostredné okolie, aj ostatné časti Slovenska, aby vedel, kam zaviesť svojich žiakov a deti. Z tohto dôvodu študenti museli absolvovať exkurziu z geológie. Lokality na exkurziách boli navrhované v úzkej väzbe na učebnice Aubrecht et al. (1998), Kvasničková et al. (2001) tak, aby dokumentovali rôzne prírodné, najmä geologické fenomény prezentované v učebniciach.

Študenti učiteľstva geológie realizovali v rámci svojej prípravy pedagogickú prax: v 3. ročníku (jeden týždeň praxe formou hospitácií), v 4. ročníku (dva týždne praxe formou hospitácií a samostatných výstupov, každý študent musel odučiť 3–4 hodiny) a v 5. ročníku (tri týždne praxe prevažne formou samostatných výstupov, každý študent musel odučiť 8–10 hodín), aby si tak overili v praxi poznatky, ktoré si osvojili v didaktike. Podrobnejšie zameranie praxí je uvedené v práci Turanová & Bizubová (2004).

Diplomové práce študentov učiteľstva geológie boli síce zväčša zamerané prakticky, ale nechýbala v nich ani výskumná časť realizovaná na školách, kde vykonávali pedagogickú prax.

3.2 ĎALŠIE VZDELÁVANIE V OBLASTI DIDAKTIKY GEOLÓGIE

V tomto období Prírodovedecká fakulta UK v Bratislave ponúkala aj nasledujúce formy ďalšieho vzdelávania, ktorých podstatnou súčasťou bola didaktika geológie.

Predovšetkým najvyšší stupeň ďalšieho vzdelávania v oblasti didaktiky geológie – doktorandské štúdium v odbore *Učiteľstvo, vychovávateľstvo a pedagogické vedy* v akreditovanom študijnom programe – *Didaktika geológie* v dennej i externej forme. Od roku 2004 ukončilo doktorandské štúdium 6 študentov.

Od roku 2005 mohli absolventi učiteľstva geológie, geografie a environmentalistiky využiť aj ponuku na rigorózne konanie v študijnom odbore *Učiteľstvo všeobecnovzdelávacích predmetov* – s obhajobou práce zameranou na didaktiku geológie. (Rigoróznou skúškou mohli v zmysle § 53 ods. 8 zákona č. 131/2002 Z. z. vykonať len absolventi študijných programov, ktorí získali titul „magister“ v odbore, v ktorom získali vysokoškolské vzdelanie, alebo v príbuznom odbore).

Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky zabezpečovala doplnujúce pedagogické štúdium pre absolventov neučiteľského smeru štúdia, ktorého absolvovaním účastníci získali pedagogickú spôsobilosť na vyučovanie predmetov – biológia, chémia, geografia, geológia a environmentalistika. V našom prípade bolo určené 7 absolventom odboru geológia neučiteľského zamerania, ktorí vyučovali na základných a stredných školách. Cieľom štúdia bolo osvojiť si vedomosti z pedagogiky, psychológie, didaktiky geológie a získať zručnosti z nových spôsobov vedenia vyučovacieho procesu.

K ďalšiemu vzdelávaniu patrilo aj špecializačné inovačné štúdium – „Geologické vzdelávanie“, ktoré bolo určené učiteľom prírodovedných predmetov na základných školách a gymnáziách s osemročným štúdiom, ktorí mali záujem získať 1. kvalifikačnú skúšku obhajobou práce z geológie. Zúčastnilo sa ho 25 učiteľov z celého Slovenska, s ročníkom narodenia 1975 až 1945. V cykle prednášok sa učители oboznámili aj z najnovšími poznatkami z didaktiky geológie. Na praktických cvičeniach a exkurziách sme im ukázali, ako interpretovať geologické poznatky priamo v teréne, prácu s mapou, ako aj rôzne spôsoby výučby geológie v teréne, múzeu, v centre mesta.

Podstatnú časť ďalšieho vzdelávania sme realizovali v rámci riešenia projektov. Predovšetkým to bolo riešenie didakticky zameraného projektu ESF – Inovácia vzdelania a kľúčových kompetencií učiteľov geovedného zamerania, v rámci ktorého sme umožnili učiteľom absolvovať 1. a 2. kvalifikačnú skúšku. Učitelia vo svojich záverečných prácach sa zaoberali problematikou intergovaného vyučovania, využívania interaktívnej tabule, geovedným vzdelávaním na základných a stredných školách, rozvíjaním tvorivých schopností žiakov tvorbou projektov a využívaním exkurzií, analýzou a komparáciou testov jazykovej a športovej triedy apod. Spoločným znakom týchto prác, ale aj prác učiteľov v iných aktivitách ďalšieho vzdelávania, bolo ich praktické použitie vo vyučovacom procese. Význam kvalifikačných skúšok vzrástol po nadobudnutí účinnosti zákona o pedagogických zamestnancoch, kde sa im transformovali na prvú alebo druhú atestáciu.

V rámci projektu Geologické exkurzie po Slovensku sme absolvovali s učiteľmi exkurzie po Slovensku, ku ktorým dostali aj didaktický materiál vo forme informačných listov k jednotlivým lokalitám.

Výstupy projektu Katalóg náučných chodníkov Slovenska – učebná pomôcka pre ZŠ a SŠ sú prezentované na webovej stránke.¹ Na 231 informačných listoch uvádzame podrobnú charakteristiku náučných chodníkov a ich zaujímavostí.

Cieľom projektu Multimédialna podpora geovedného vzdelávania na ZŠ a SŠ bola elektronická podpora geovedného učiva v predmetoch prírodoveda, vlastiveda, geografia a biológia na ZŠ a v predmetoch biológia a výberovom predmete geológia na SŠ. Súčasťou projektu bolo aj školenie učiteľov geovedného zamerania a popularizácia geovied.

Spoluriešiteľmi projektu Agentúry na podporu výskumu a vývoja (APVV) Geovedy pre každého boli aj učitelia gymnázií s 8-ročným štúdiom. V rámci projektu odznali nielen prednášky, ale poskytli sme učiteľom a žiakom aj didaktický materiál k jednotlivým témam geovedného učiva.

Voľným pokračovaním projektu Geovedy pre každého je aj v súčasnosti riešený projekt Nové trendy v geovedách – geovedné vzdelávanie učiteľov, postavený na vzdelávaní učiteľov, najmä v rámci Klubu učiteľov geovied. Rovnako aj pokračovanie v súťažných prezentáciách žiakov a exkurzie pre víťazov.

Kultúrne dedičstvo inovatívnou formou bol kurz odborného vzdelávania zameraný na problematiku kultúrneho a prírodného dedičstva, ktorý riešilo občianske združenie Strom života. Cyklus bol akreditovaný Ministerstvom školstva SR a spolufinancovaný Európskou úniou. Cieľovou skupinou boli učitelia ZŠ a SŠ, absolventi pedagogických smerov a pracovníci centier voľného času. K základným témam projektu patrila téma: Hradý Slovenska a ich podložia.

3.3 DIDAKTIKA GEOLÓGIE – WEBOVÁ STRÁNKA

Informácie a výstupy ďalších projektov boli zverejňované na webovej stránke (momentálne neaktívna), ktorá ponúkala ucelené informácie a odkazy na ďalšie informačné zdroje z oblasti geológie a didaktiky geológie. Bola určená predovšetkým učiteľom a budúcim učiteľom ZŠ a GY s 8-ročným štúdiom ako didaktická pomôcka, ktorú mohli využiť pri výučbe geovedného učiva v triede alebo v prírodnom prostredí.

¹Dostupné z <http://www.naucnehodniky.sk>

3.4 GEOPEDAGOGIKA

V čase najväčšieho rozvoja didaktiky geológie dôležitú úlohu zohrala aj možnosť publikovať v Geopedagogike, prílohe časopisu *Acta Geologica Universitatis Comenianae*. Samotná príloha Geopedagogika, aspoň jej časť, bola tlačaná ako samostatný časopis a bola ponúkaná učiteľom základných a stredných škôl na pravidelných stretnutiach. Žiaľ z ekonomických dôvodov bola pri transformácii časopisu *Acta Geologica Universitatis Comenianae* v roku 2009 zrušená.

3.5 MEDZINÁRODNÁ SPOLUPRÁCA

V tejto dobe sa rozvíjala aj veľmi intenzívna spolupráca medzi Geologickým ústavom Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave a RNDr. D. Matějkom, CSc., z Ústavu geochemie, mineralogie a nerostných zdrojů Prírodovedeckej fakulty Karlovej univerzity v Prahe. Neskôr sa spolupráca rozšírila aj na Katedru učiteľství a didaktiky biológie Prírodovedeckej fakulty, ktorú zastrešovala doc. PaedDr. RNDr. Milada Švecová, CSc., a Katedru biológie a environmentálnej výchovy Pedagogickej fakulty Univerzity Karlovej v Prahe zastrešovanou doc. RNDr. V. Zieglerom, CSc., Vzájomná spolupráca zahŕňala organizáciu pracovných stretnutí slúžiacich na výmenu skúseností pri zostavovaní a optimalizácii študijných plánov, organizáciu seminárov zameraných na didaktiku prírodovedných predmetov – geológiu, biológiu, environmentalistiku, geografiu i realizáciu exkurzií.

4 SÚČASNOSŤ DIDAKTIKY GEOLÓGIE

Význam a dôležitosť didaktiky geológie výrazne stúpa s významom a dôležitosťou samotnej geológie. A o význame geológie v živote asi netreba pochybovať. Veď je to geológia, ktorá poskytuje komplexné informácie, ktoré sú podkladom pre pochopenie prírodných procesov a ekosystémov, ako aj nevyhnutný predpoklad pre hodnotenie a racionálne využívanie surovinových zdrojov, hodnotenie zdrojov termálnych, minerálnych a obyčajných podzemných vôd. Nemenej dôležitá je aj pre optimálne využívanie a ochranu, úložisk odpadov, vrátane rádioaktívneho odpadu, hodnotenie geologických rizík, hodnotenie územia z hľadiska inžiniersko-geologických faktorov, vrátane problematiky urbanizácie a zakladania stavieb, hodnotenie stavu znečistenia prostredia toxickými látkami, ako aj hodnotenie vplyvov ľudskej činnosti na životné prostredie a podmienok využívania územia (z Koncepcie geologického výskumu a prieskumu územia Slovenskej republiky na roky 2007–2011 s výhľadom do roku 2015 in Lukianenko, 2010).

Na druhej strane didaktika geológie vždy bola a nepochybne bude úzko spätá s výučbou geológie na základných a stredných školách. A to je dôvod, prečo nás momentálne viac trápi problém ako je geologické učivo zastúpené v učive ZŠ a SŠ, ako otázka ako učiť geológiu. Výučba geológie na Slovensku v základných školách dnes stojí na úplnom pokraji záujmu tvorcov pedagogických dokumentov. Výraznou redukciou geologického učiva na základných a stredných školách sa dostala informovanosť žiakov a študentov na úplne neakceptovateľnú úroveň nielen pre učiteľov geológie, ale aj pre učiteľov chémie (Jesenák, 2014). Podľa zistení doc. Jesenáka, vysokoškolského učiteľa, je výsledkom toho skutočnosť, že dnešní študenti tvrdia, že železo sa vyrába z oxidu železitého alebo že sklo sa vyrába z oxidu kremičitého alebo z kremíka (90 % absolventov stredných škôl nevie, z čoho sa vyrába bežné sklo).

Je paradoxné, že napriek dôležitosti informácii vychádzajúcich z geológie, je geologické povedomie u širokej verejnosti veľmi slabé a geológia nemá v štátnom vzdelávacom programe také zastúpenie, ako jej právom prináleží. V porovnaní s Českou republikou, kde sa geologické učivo stalo súčasťou rámcových vzdelávacích programov, z učebných programov ZŠ a SŠ na Slovensku sa pomaly vytráca. V r. 2006 vyšla upravená učebnica Prírodopis 8 (Bizubová et al., 2006), v ktorej bolo geologické učivo zredukované o 40 %.

Dnes to už nie je ani Prírodopis 8, ale Biológia 8 (Uhereková & Bizubová, 2011). Pôvodný názov predmetu prírodopis sa zmenil na biológiu. Tento nový názov predmetu (aj napriek tomu, že je v kontexte s vypracovanou špirálovitou koncepciou výučby pre ZŠ) sa nám javí ako mätúci, pretože *bios* znamená život a obsahovou náplňou ôsmeho ročníka bude predovšetkým neživá príroda. Ak je takéto pomenovanie bežné aj v iných krajinách, je to tak preto, lebo tam biológia prináša výlučne poznatky o živých organizmoch a informácie o abiotickej zložke prírody sú zahrnuté v inom, respektíve iných predmetoch (Lukianenko et al., 2011). Napríklad v Českej republike z rovnakého dôvodu názov predmetu prírodopis ponechali. Preto by bolo nanajvýš vhodné, aspoň do učebníc Biológie pre 8. ročník dať do podnadpisu názov disciplín, o ktorých sa hovorí.

Na druhom stupni základnej školy prinášalo najviac geologických poznatkov učivo biológie (predtým prírodopisu) v 8. ročníku, kde bola predmetom spoznávania výlučne neživá príroda. Radikálna zmena však postihla uvedenú výučbu od školského roka 2011/2012, odkedy v Štátnom vzdelávacom programe bola pre tento predmet a ročník vymedzená iba jedna vyučovacia hodina namiesto dvoch hodín. Počet hodín prírodovedných predmetov na druhom stupni základnej škole predstavuje iba 9,93 % zo všetkých vzdelávacích oblastí (po pripočítaní geografie 13,36 %) a na štvorročných gymnáziách 12,9 % (po pripočítaní geografie 16,13 %).

So znížením hodinovej dotácie sa od tohto školského roka zmenila aj obsahová náplň a poznatky o neživej prírode, ktoré sa začali vyučovať spoločne s ekológiou tak, ako to už bolo na gymnáziách s 8-ročným štúdiom. Časť poznatkov z geológie je zahrnutá v učebných osnovách geografie. V ôsmom ročníku základnej školy sa na hodinách geografie preberá geologická stavba Slovenska. Geografia prináša poznatky aj o svetových ložiskových akumuláciách nerastných surovín. Niektoré poznatky z mineralógie a kryštalografie sú zahrnuté v chémii a ojedinele sa informácie o neživej prírode objavujú aj vo fyzike.

Na gymnáziách so 4ročným štúdiom je situácia podobná, len s tým rozdielom, že medzi voliteľnými predmetmi už nefiguruje ani voliteľný predmet geológia. Učivo o litosfére je zastúpené v predmete Geografia, ktorého základ tvorí poznávanie stavby zemského telesa, základných jednotiek pevnín, pohyb litosférických platní, fungovanie endogénnych a exogénnych procesov a ich vplyv na tvorbu zemského povrchu. V texte sú tiež informácie o význame štúdia litosféry. V kontexte obsahového aj výkonového štandardu Štátneho vzdelávacieho programu sa výrazný dôraz kladie na získanie obrazu o prírodných katastrofách a na zdôvodnenie miest výskytu zemetrasení, cunami, sopečných erupcií, ako aj na možnosti ochrany človeka pred nimi (varovné systémy).

Pri takomto zastúpení geologického učiva na ZŠ a SŠ sa stáva problémom príprava budúcich učiteľov na univerzitách a vysokých školách a rovnako aj príprava učebnice. Absolvent učiteľstva geológie sa na škole stal zbytočným, ba aj učiteľ prírodovedných predmetov sa iba ťažko uplatní.

Učiteľský program s aprobáciou geológia nebol na Prírodovedeckej fakulte pri poslednej akreditácii vôbec navrhnutý. V súčasných študijných plánoch učiteľských

kombinácií na Prírodovedeckej fakulte v Bratislave, ale ani na iných univerzitách v Slovenskej republike, sa predmet didaktika geológie vôbec nevyskytuje. Sľubne sa rozvíjajúci výskum v oblasti didaktiky geológie sa zastavil. Absolventi doktorandského štúdia v študijnom odbore didaktika geológie pracujú v lepšom prípade ako učitelia na univerzite alebo základných školách.

5 PERSPEKTÍVY DIDAKTIKY GEOLÓGIE

Na perspektívy didaktiky geológie a učiteľstva vôbec treba pozerať vo svetle súčasného spoločenského vývoja a transformácie školstva. Pokiaľ bude také zastúpenie geológie v učive základných škôl, aké je v súčasnosti, bude didaktika geológie a s ňou spojená príprava učiteľov stagnovať.

Jedným z dôvodov prečo je to tak, je, že vzdelanie sa stáva tovarom a geológia, tobôž učiteľstvo geológie nie je príliš žiadaným tovarom. Možno ďalším z dôvodov je, že sa žiadajú rýchle výsledky bez adekvátnej finančnej podpory.

6 ZÁVER

Je nevyhnutnou požiadavkou poskytnúť výučbe geológie a tým aj didaktike geológie rovnaké možnosti, ako majú ostatné prírodné vedy a odborové didaktiky. Je treba kvalifikovane učiť poznávať a rozumieť prírode už malých žiakov. Ukázať im, že existuje aj neživá príroda – horninové prostredie, ktoré je integrálnou súčasťou prírodných vied, že geológia, resp. geovedy poskytujú nevyhnutné poznatky pre všeobecné vzdelanie, pre formovanie komplexného chápania prírody, histórie vývoja Zeme, pretvárania jej povrchu, vytvárania základných typov reliéfu, krajinných celkov, rozdielností zloženia jej základných stavebných častí, ale aj zvláštností krajiny a vzťahov medzi horninovým prostredím, biosférou a technosférou. Sú súčasťou prírody, jej základom, od ktorého možno odvíjať všetko ostatné.

Malo by sa urobiť všetko preto, aby sa zastúpenie geológie v učive zmenilo, geológia bola zastúpená vo vzdelávacom štandarde a vyžadovali sa základné znalosti geológie aj pri maturite.

Je to tým dôležitejšie, že v súčasnosti hlavným cieľom musí byť pochopenie prírody ako zdroja trvale udržateľného života na Zemi a života ako najvyššej hodnoty. Podľa Cíleka (2002) je to najnaliehavejšia úloha, pretože dnes nám už ide o úspešné prežitie vlastného rozvoja a zmeny, ku ktorým príde, by sme bez znalostí zemských procesov mohli prekonať len za cenu veľkých obetí.

Možno preto alebo napriek tomu v rámci Klubu učiteľov geovied robíme prednášky, semináre, exkurzie pre učiteľov základných a stredných škôl, ktoré môžu prispieť k odbornej a didaktickej príprave učiteľov.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol vďaka projektom APVV LPP-0130-09 „Geovedy pre každého“ a KEGA 088UK-4/2013 „Nové trendy v geovedách – geovedné vzdelávanie učiteľov“.

LITERATÚRA

- Aubrecht, R., Bizubová, M., Hantabálová, I., Pivko, D., Uhereková, M. & Zagoršek, K. (1998). *Prírodopis pre 8. ročník základných škôl*. Bratislava: SPN.
- Bizubová, M., Uhereková, M., Pivko, D., Hantabálová, I. & Aubrecht, R. (2006). *Prírodopis pre 8. ročník základných škôl*. Bratislava: Expol pedagogika.
- Cílek, V. (2002). *Metodické pokyny pro učitele k učebnici Přírodopis IV*. Praha: Scientia.
- Dostál, P. (2010). Didaktika biologie – vývoj a současnost. *Scientia in educatione*, 1(1), 125–132.
- Hrinda, J. & Hvoždara, P. (1981). *Geológia, odborná-metodická príručka na vyučovanie v 1. ročníku gymnázia*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo.
- Jesenák, K. (2014). Poznámka k súčasnému vzťahu medzi geológiou a chémiou na slovenských akademických pracoviskách. In *ChemZi 10* (36–37). Bratislava.
- Kočárek, E. (1978). *Základy didaktiky geologie. 1. a 2. část*. Praha: SPN.
- Kvasničková, D., Jeník, J., Tomka, J., Froněk, J., Bizubová, M. & Uhereková, M. (2001). *Biológia 4 pre 4. ročník osemročných gymnázií*. 1. vydanie, (1–151). Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo.
- Lukianenko, Ľ, Turanová, L. & Bizubová, M. (2011). Geológia – téma pre interdisciplinárne vyučovanie prírodovedných predmetov. *Interdisciplinárny dialóg odborových didaktík* [CD-ROM]. Ružomberok: Verbum.
- Mayerhofferová, B. (1991). *Vybrané kapitoly z geológie a teórie jej vyučovania v základnej a strednej škole*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo.
- Pauk, F. (1979). *Didaktika geologických věd*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Rašlová, M. & Bizubová, M. (2001). *Prírodopis pre 9. ročník základných špeciálnych škôl*. Bratislava: EXPOL Pedagogika.
- Štván, F. & Navrátil, S. (1973). *Kapitoly z didaktiky geologie*. Pedagogická fakulta Ústí nad Labem.
- Tolmáčiová, T. & Tolmáči, L. (2000). *Prírodopisný zošit pre 8. ročník základných škôl*. Bratislava: Mapa Slovakia Bratislava, s. r. o.
- Turanová, L. (2000). *Didaktika geológie 1 – Všeobecná didaktika geológie*. 1. vydanie, Bratislava: Univerzita Komenského.
- Turanová, L. (2004). *Didaktika geológie 2 – Špeciálna didaktika geológie*. 1. vydanie, Bratislava: Univerzita Komenského.
- Turanová, L. & Bizubová, M. (2002). *Didaktika geológie 3 – didaktika praktických cvičení z geológie*. 1. vydanie, Bratislava: Univerzita Komenského.
- Turanová, L. & Bizubová, M. (2004). Pedagogická prax študentov učiteľstva geológie – skúsenosti a problémy. In *Cesty demokracie vo výchove a vzdelávaní 8* (271–274). Bratislava: Pedagogická fakulta Univerzity Komenského.
- Turanová, L. & Bizubová, M. (2009). Ďalšie vzdelávanie učiteľov geovedného zamerania. In *Lifelong learning of teachers, Book series EDUCO 2009*, No. 7 (83–87). Tribun EU, Czech University of life sciences in Prague.
- Uhereková, M. & Bizubová, M. (2011). *Biológia pre 8. ročník základných škôl a 3. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava: SPN.

Vincenc, Š. (1975). Príspevok k teórii vyučovania geológie na základnej škole. In *Acta facultatis paedagogicae*. Banská Bystrica, Bratislava: SPN.

Vincenc, Š. (1996). *Vybrané kapitoly z didaktiky školskej geológie*. Banská Bystrica: UMB Banská Bystrica, Fakulta prírodných vied.

LÍDIA TURANOVÁ, turanoval@gmail.com
Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta
Klub učiteľov geovied
Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, Slovenská republika

IVAN RUŽEK, ruzek@fns.uniba.sk
Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta
Katedra fyzickej geografie a geoekológie
Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, Slovenská republika

Hodnotenie zručností v bádateľsky orientovanej výučbe biológie

Ivana Slepáková, Katarína Kimáková

Abstrakt

Medzinárodný projekt 7RP ESTABLISH bol zameraný na vývoj metodických materiálov pre širšie uplatnenie výučby aj prírodných vied založenej na bádani (IBSE – Inquiry Based Science Education). Na ich tvorbe a implementácii do výučby sa podieľalo 11 partnerov. Na Slovensku bolo do pilotného projektu zapojených viac než 40 učiteľov biológie, chémie a fyziky ZŠ a SŠ. Skúsenosti z projektu ESTABLISH ukázali, že učitelia mali pri implementácii IBSE pocit straty kontroly nad vyučovaním, pretože nevedeli ako identifikovať a hodnotiť rozvoj bádateľských zručností žiakov. Chýbajú vhodné nástroje, ktoré by učiteľom v tomto procese pomohli. Tvorbe nástrojov sa venuje nadväzujúci projekt 7RP SAILS. Učitelia, ktorí overujú IBSE v praxi, sa zúčastňujú prípravného vzdelávania zameraného aj na hodnotenie. Partneri v projekte SAILS vychádzajú pri tvorbe metodík z ich praktických skúseností. V príspevku je uvedený konkrétny príklad hodnotiaceho nástroja vytvoreného na základe prípadových štúdií z výučby prírodovedných predmetov. Prípadové štúdie z projektu SAILS prispeli k formovaniu všeobecnejšieho postupu tvorby kritérií formatívneho a následne sumatívneho hodnotenia žiackeho bádania. Prvým krokom je selekcia konkrétnej zručnosti, ktorú chce učiteľ sledovať, a definovanie nevyhnutného základu, ktorý sa ďalej rozvíja, upevňuje a rozširuje. Učiteľ poskytuje priebežne spätnú väzbu žiakovi formou dialógu o tom, v ktorej fáze zvládania zručnosti sa nachádza a na čom musí v ďalšom kroku pracovať. Podklad pre sumatívne hodnotenie žiaka predstavuje najvyšší stupeň danej zručnosti, ktorú dosiahol za hodnotené obdobie.

Kľúčová slova: formatívne hodnotenie, sumatívne hodnotenie, bádateľské zručnosti, spätná väzba.

Assessment of Skills in Inquiry Based Biology Education

Abstract

International project FP7 ESTABLISH was focused on the development of methodological materials for wider use of inquiry based education (IBSE – Inquiry Based Science Education). Eleven partners participated in the creation and implementation of these materials in teaching. In Slovakia, the pilot project involved 40 teachers of biology, chemistry and physics at lower and higher secondary schools. It transpired that the teachers felt loss of control over teaching IBSE because they did not know how to identify and assess the

development of pupils' inquiry skills. There is a lack of appropriate instruments, which could help teachers in this process. The preparation of assessment tools of inquiry skills in IBSE is done within project SAILS FP7. Teachers who trial IBSE in practice participate in preparatory training focused on assessment. The creation of methods in SAILS project is based on their practical experience. The paper presents a concrete example of the assessment tool created on the basis of case studies of science teaching practise. Case studies of SAILS project contribute to shaping a more general procedure of formative and also summative assessment of pupils' inquiry. The first step is the selection of a particular skill the teacher wants to assess and also the definition of the essential foundation, which is further developed, consolidated and expanded. The teacher provides continuous feedback to the pupil in a dialogue about how his/her skills develop and what he/she should work on. The basis for summative assessment of the pupil represents the highest level of the skills he/she achieved during the assessment period.

Key words: formative assessment, summative assessment, inquiry skills, feedback.

1 SÚČASNÝ STAV PRÍRODOVEDNÉHO VZDELÁVANIA A JEHO SMEROVANIE

Neustály rozvoj technológií a modernizácia životného štýlu ovplyvňujú vývoj všetkých oblastí v súčasnom svete. Preto aj v didaktikách prírodovedných predmetov je v súčasnosti nevyhnutná zmena v príprave študentov, z ktorých je potrebné vyformovať úspešné osobnosti zajtrajška očakávané na pracovnom trhu, teda všestranné vytrvalé individuality schopné riešiť s nadhľadom problémové situácie. Prírodovedné vzdelávanie môže poskytnúť študentom možnosť rozvíjať všeobecné bádateľské schopnosti, získať špecifické zručnosti pre vlastné objavovanie a pochopiť prírodovedné pojmy a princípy (Edelson, Gordin & Pea, 1999).

Slovensko sa ocitlo pod priemerom v štúdiách PISA, nielen v oblasti prírodovedných kompetencií, ale aj v riešení problémových situácií. Slovenskí žiaci sú druhí najmenej vytrvalí spomedzi testovaných krajín, pričom index vytrvalosti žiakov vyjadruje ochotu riešiť zložité problémy (Šiškovič & Toman, 2014). Zvýšiť pocit istoty riešiť problém sa dá častejším stretom žiaka s problémom, aby rozvíjal schopnosť využívať získané vedomosti a spôsobilosti v každodennom živote.

Potreba zlepšiť naše doterajšie podpriemerné výsledky v prírodovednej gramotnosti by mala upriamiť pozornosť didaktikov ako aj učiteľov na také metódy, ktoré rozvíjajú kritické myslenie a spôsobilosti riešiť problémy a dochádza pri nich k posunu podielu práce smerom k žiakovi, teda aktivizujú žiaka. Zaradenie praktických aktivít do tematického plánu učiteľa a ich samotná realizácia vytvára podmienky pre zmenu prístupu žiaka k výučbe alebo prehĺbenia vzťahu k prírode a k prírodovednému predmetu. Tieto podmienky možno ešte posilniť zavádzaním bádateľsky orientovaných úloh. V rámci viacerých projektov 7RP (Primas, ESTABLISH, Fibonacci) vznikli metodické materiály pre širšie uplatnenie výučby prírodných vied založenej na bádani. Pod takto orientovanou výučbou sa rozumie prístup označovaný v anglickom jazyku ako IBSE (Inquiry-Based Science Education). Český ekvivalent tohto pojmu je „Badatelsky orientované vyučování“ so zaužívanou skratkou BOV (Papáček, 2010). V slovenskej literatúre sa stretávame aj s inými pojmami označujúcimi rovnaký koncept, napr. „výskumne ladená koncepcia prírodovedného vyučovania“ (Held et al., 2011).

V slovenských školách bojujú mnohí učitelia s nedostatočnou časovou dotáciou a mnohokrát aj materiálnou výbavou pre prírodovedné predmety vrátane biológie, čo

ich môže čiastočne odrádzať od implementácie bádateľských aktivít, ktorých podstatou je vytvorenie priestoru pre aktívnu činnosť žiaka. Mnohé bádateľsky orientované aktivity sú však časovo zvládnuteľné a na materiálne vybavenie nenáročné.

Učiteľ, ktorý sa usiluje zapojiť žiakov do praktických aktivít, síce upúšťa od časovo úspornej demonštrácie, ale žiakom zadáva úlohy, kde postupujú výlučne podľa daných krokov, ba niekedy vopred poznajú aj výsledok. Zväčša tak nedochádza k rozvoju kritického myslenia ani spôsobilosti formulovať a riešiť problém, a často ani samotný žiak nie je dostatočne motivovaný k lepšiemu výkonu. Priestorom pre zvyšovanie ochoty zapojiť sa do vyučovacieho procesu a riešiť problém je zavádzanie takých praktických úloh, pri ktorých žiak častejšie na problém narazí, potrebuje ho formulovať a navrhnúť postup riešenia. Príkladom takýchto úloh sú bádateľsky orientované aktivity. Mnohé z týchto aktivít sú voľne dostupné na internete ako výsledok spolupráce učiteľov z viacerých krajín v rámci rôznych projektov. Samotní učitelia však nie sú pripravení po takomto materiáli siahnuť. Implementácia IBSE do prírodovedných predmetov na Slovensku poukazuje na potrebu vzdelávania učiteľov zameraného na širšie využitie bádateľských metód výučby, na rozvoj prírodovednej gramotnosti, ako aj na hodnotenie bádateľských zručností a uplatnenia spätnej väzby pri hodnotení. Dlhodobým cieľom by malo byť, aby kreatívny učiteľ bol schopný samostatne vypracovať návrhy IBSE úloh a prispôbiť si kritériá hodnotenia zručností rozvíjaných v téme, ktorú práve vyučuje.

2 IBSE – CESTA AKTIVIZÁCIE ŽIAKA

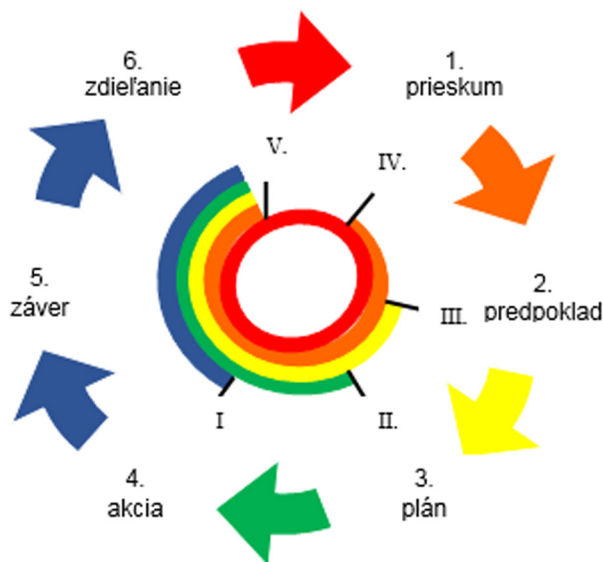
Na zlepšenie pocitu istoty žiaka pri riešení problému je často využívané problémové vyučovanie predstavujúce veľmi rozšírenú koncepciu vyučovania, ktorej snahou je rozvíjať tvorivé myslenie, tvorivé schopnosti žiakov a ich samostatnosť. Na rozdiel od obvyklých prístupov k výučbe, v ktorých učitelia navodia problém až po tom, čo žiaci získali relevantný obsah vedomostí a zručností pri koncepcii problémového vyučovania, sa žiaci učia už počas hľadania riešenia problémov (Chin & Chia, 2005). Ani pri tejto stratégii však žiaci nie sú vždy nútení formulovať predpoklad a hľadať dôkazy pre fungovanie vlastných návrhov a riešení. Spätňú väzbu čakajú často od učiteľa, ktorý spravidla aj hneď zhodnotí, či žiakom navrhované riešenie je správne alebo nesprávne. V bádateľsky orientovanej výučbe by mali dôkazy správnosti hľadať a nájsť sami žiaci. Účasť žiakov na bádani podporuje potrebu klásť otázky, navrhovať hypotézy pre formovanie predpokladov, použitie nástrojov na zhromažďovanie a analýzu získaných dát, formulovať závery na základe empirických dôkazov, argumentovať, prezentovať svoje poznatky a použiť široké spektrum rozumových stratégií, ktoré zahŕňajú kritické, kreatívne, kauzálne a logické myslenie (Olson & Loucks-Horsley, 2000; Minstrell & van Zee, 2000).

V konštruktivistických vyučovacích prístupoch vrátane problémového vyučovania zohráva učiteľ rolu sprievodcu a facilitátora žiaka vo vzdelávacom procese (Erdogan & Senemoglu, 2014). Tak ako pedagógovia vedú žiakov, ako by mali riešiť každodenné situácie, tak je potrebné žiakom ukázať riešenie zložitejších problémov v širšom ponímaní. Ide o problémy, ktoré riešia vedci, aby nám zabezpečili pohodlnejší každodenný život. Teda ukázať žiakom ako pracuje vedec, keď koniec koncov v prírodných vedách je bádanie prirodzené. Z tohto hľadiska je pomerne dôležité poznať predstavu žiaka o práci vedca a o vedcovi samotnom. Žiaľ, neexistujú informácie o tom, ako si súčasný žiak predstavuje „biológa“, a aj preto by mal byť v budúcnosti zameraný výskum na to, ako žiak vzhliada na učiteľa biológie, biológa

profesionála a na vedca (Prokop et al., 2007). Čas učiteľa sa dá využiť lepšie ako prerozprávaním textov z učebníc. Podľa príručky *Introduction to Formative Assessment* (2006) skúsenosti a výskum poukazujú na to, že samotné učenie o „správnych“ vedeckých ideách nemusí nutne zmeniť porozumenie žiakov a je pravdepodobnejšie, že zmena nastane, keď si sami overia vlastné hypotézy.

Príprava učiteľa na realizáciu bádateľskej aktivity vyžaduje istú dávku kreativity. Učiteľ by taktiež mal byť schopný analyzovať jednotlivé kroky bádateľského cyklu, ktorým žiaci pri bádání prechádzajú a vopred určiť, aký stupeň bádania bude aplikovať. Nižšie uvádzame 6 krokov bádateľského cyklu, ako ich podrobne popisuje vo svojej štúdií Llewellyn (2002). Realizácia bádateľsky orientovanej výučby je založená na takých aktivitách, ktorých podstatou je prechádzanie jednotlivými krokmi bádateľského cyklu: 1 – identifikuj problém, 2 – formuluj predpoklad/hypotézu, 3 – naplánuj postup/pokus na overenie predpokladu, 4 – realizuj prieskum/pokus, zhromaždi a spracuj údaje, 5 – odhaľ súvislosti a formuluj záver, 6 – predstav výsledok ostatným a diskutujte o ňom. Z diskusie môže vzniknúť nový problém. Cyklus, pri ktorom študenti skúšajú postupovať ako vedci, je možné uskutočniť na viacerých úrovniach samostatnosti, ako uvádzame nižšie.

Na schéme (obr. 1), ktorú sme vytvorili prepojením bádateľského cyklu upraveného podľa Llewellyna (2002) a stupňov bádania podľa Wenninga (2005), môžeme vidieť, akou mierou je žiak zapojený do bádania. Pri bežných praktických aktivitách, kde nie je využitá metóda IBSE, umožňuje učiteľ žiakom realizáciu prevažne takých úloh, kde postupujú výlučne podľa vopred daného návodu. IBSE vyžaduje interaktivitu, kde žiaci sú nútení pri I. stupni bádania logicky uvažovať, pri II. stupni zapojiť aj praktické zručnosti, pri III. stupni samostatne plánovať postup, pri IV. stupni formulovať bádateľský problém viazaný určitou témou. Najvyšší V. stupeň, otvorené bádanie, umožňuje žiakom prechádzať všetkými krokmi bádateľského cyklu, pričom problém žiaci objavujú samostatne. Väčšinou je tento stupeň bádania realizovaný formou projektu.



Obr. 1: Aktívne kroky bádateľského cyklu IBSE realizované žiakom (od prvého po šiesty) prepojené so stupňami bádania – I. Interaktívna demonstrácia, II. Riadené objavovanie, III. Riadené bádanie, IV. Viazané bádanie (na tému), V. Otvorené bádanie (Kimáková et al., 2014)

3 IMPLEMENTÁCIA A DISEMINÁCIA IBSE

Tak ako v mnohých iných krajinách, aj na Slovensku dochádza v posledných rokoch k zmene spôsobu výučby smerom k aktivizácii žiakov v edukačnom procese. Jednou z možností, ako zvýšiť zapojenosť žiaka do vyučovania a jeho aktívny prístup k vzdelávaniu, je zavádzanie aktivizujúcich metód a nových prístupov vo vzdelávaní prírodovedných predmetov. Tvorbou, pilotovaním, implementáciou a samotnou disemináciou týchto spôsobov výučby sa zaoberá množstvo medzinárodných projektov. Jedným z takýchto projektov bol projekt 7RP ESTABLISH, ktorého výučbové materiály ako pre žiakov, tak aj pre učiteľov poskytujú prostriedky na zavádzanie a využívanie bádateľských metód vzdelávania do výučby biológie, chémie a fyziky. Do tohto projektu bolo zapojených 11 krajín. Na Slovensku uplatnilo v praxi IBSE v sekundárnom vzdelávaní viac ako 40 vopred zaškolených učiteľov prírodovedných predmetov. V priebehu implementácie bádateľských aktivít sa učители stretli s množstvom nejasností, ktoré vyústili do potreby navrhnuť a zosúladiť hodnotiace nástroje pre IBSE. Na ich tvorbe sa v rámci projektu SAILS podieľajú tiež aj slovenskí učители prírodovedných predmetov na druhom stupni ZŠ a SŠ. Do problematiky IBSE bolo na Univerzite Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach a na ŠPÚ v Bratislave doteraz zaškolených približne 150 učiteľov.

4 VŠEOBECNÉ KRITÉRIÁ PRE HODNOTENIE ZRUČNOSTÍ NA ZÁKLADE PRÍPADOVÝCH ŠTÚDIÍ

Vzhľadom na to, že pri IBSE sa jedná o komplexné činnosti, kde pri vyšších stupňoch bádania žiaci realizujú samostatne viac krokov bádateľského cyklu, učiteľ sa musí pred realizáciou konkrétnej bádateľskej aktivity rozhodnúť, na ktorú zručnosť bude orientovať hodnotenie. V každom postupe sú kľúčové momenty, ktoré sú vhodné na hodnotenie vybraných bádateľských zručností, pričom sa nemusia sledovať zručnosti vo všetkých krokoch bádateľského cyklu.

Ak chce učiteľ maximalizovať úspech študentov, musí hodnotenie vnímať ako učebnú pomôcku počas vyučovacieho procesu a ako nástroj na určenie toho, či žiak danej problematike porozumel (Hung et al., 2010). Kľúčová otázka zameraná na hodnotenie by mohla byť: „Čo je jeho základom – cieľom?“ (Stobart, 2008). Všeobecne existujú na túto otázku dve odpovede: pomôcť študentom v priebehu učenia sa alebo zistiť, čo sa naučili v určitom čase (Harlen, 2013). Oba aspekty by mal byť učiteľ schopný počas realizácie IBSE identifikovať a brať do úvahy.

Ako dokazujú výsledky štúdií Freedmana (1997) a Prokopa (2007), používanie živých organizmov na hodinách biológie môže byť kľúčovým faktorom zlepšenia postoja žiakov k predmetu biológia. Práve preto aj biologické bádateľské aktivity by mali byť zamerané aj na prácu so živým materiálom. Vzhľadom na túto skutočnosť sme pre naše štúdie zvolili aktivity, kde vo väčšine prípadov boli objektom bádania živé organizmy. Pri realizácii bádateľských aktivít je vhodné použiť pre žiakov pracovné listy, aby žiaci boli vedení k písaniu si poznámok a otázok, ktoré rozvíjajú ich vlastné bádanie (Hung et al., 2010). Tento fakt sa potvrdil aj pri realizácii bádateľských aktivít učiteľmi z praxe, najmä s mladšími a menej skúsenými žiakmi. Je dôležité, aby si žiaci osvojili vhodné spôsoby záznamu údajov a vyjadrenia výsledku, ako sú tabuľky a grafy, a vedeli ich neskôr sami navrhnuť.

V projekte SAILS vznikol na základe prípadových štúdií z aktivít pre predmety fyzika, chémia a biológia nástroj vo forme tabuľky, ktorá pomáha učiteľom formulo-

vať vlastné kritériá hodnotenia zručností a odstupňovať jednotlivé úrovne ich zvládania žiakom. Na základe pilotovania viacerých navrhnutých spôsobov formatívneho hodnotenia zručností v praxi sa vopred premyslené odstupňovanie úrovni ukazuje ako praktická a ľahko aplikovateľná pomôcka pre učiteľa. Najnižšiu zo štyroch úrovni predstavuje základná zručnosť, ktorú žiak následne rozvíja a upevňuje. Na najvyššej úrovni je schopný zručnosť samostatne rozšíriť prepojením teoretických vedomostí s podstatou fundamentálnych javov. Hodnotenie je formulované pozitívne a popisuje aktuálny stav zvládnutia zručnosti konkrétnym žiakom. Je aditívne, to znamená, že k dosiahnutej úrovni zručnosti sa pridáva jeho vylepšenie novými prvkami. Žiak je so svojím hodnotením oboznámený v dialógu s učiteľom počas činnosti. Zároveň dostáva informáciu, ako môže svoju zručnosť zlepšiť, aby sa dostal o úroveň vyššie. Sumatívne hodnotenie vychádza z najlepšieho dosiahnutého výkonu žiaka v danej zručnosti po niekoľkokrát opakovanom formatívnom hodnotení počas klasifikačného obdobia. Ak žiak pozná kritériá jednotlivých úrovni, dokáže lepšie aj sám rozpoznať, na ktorej úrovni zvláda zručnosť a čo musí urobiť, aby sa zdokonalil.

5 KRITÉRIÁ HODNOTENIA NA KONKRÉTNYCH PRÍKLADOCH IBSE

Počas implementácie IBSE realizovali učitelia vybrané bádateľské aktivity so žiakmi ZŠ a SŠ (4 členné skupiny žiakov) a následne navrhovali vhodné kritériá hodnotenia zručností žiakov. Nižšie uvádzame príklady dvoch aktivít a návrhy hodnotenia zručností, ktoré vychádzajú z prípadových štúdií.

Prvá aktivita bola zameraná na skúmanie intenzity fotosyntézy v alginátom imobilizovaných zelených riasach, pri rozličnej intenzite svetla, na základe farebnej zmeny indikátora CO₂ (tab. 1). Realizovali ju učitelia na ZŠ so žiakmi 6. ročníka a na SŠ so žiakmi 1. ročníka na dvoch za sebou radených vyučovacích hodinách. Tematické zameranie aktivity je súčasťou ŠVP ISCED2 a ISCED3. Žiaci už poznali pojem a význam fotosyntézy na úrovni ZŠ, resp. SŠ. Žiaci 6. ročníka ZŠ rekapitulovali podstatu fotosyntézy v podobe riadeného rozhovoru, ktorý ich viedol k záverom, že ide o proces v tele rastliny, keď anorganické látky (voda a oxid uhličitý) za prítomnosti svetla produkujú cukor, pričom sa uvoľňuje kyslík. Ostatné organické látky sú produkované v bunkách premenou cukrov. Žiaci SŠ boli schopní formulovať podstatu fotosyntézy samostatne. Učitelia poznajúc postup identifikovali tri kľúčové zručnosti vhodné pre hodnotenie. Keďže šlo o riadené bádanie, žiaci mali samostatne napláňovať určité kroky postupu. Biologický materiál predstavovali alginátové guľičky obsahujúce zelené riasy, ktoré pripravili žiaci podľa návodu. Učitelia pri plánovaní experimentu sledovali, aký postup si žiaci zvolili pre rozdelenie biologického materiálu do troch vzoriek, aby dosiahli čo najpresnejší výsledok pokusu. Ďalej učitelia sledovali rozmiestnenie vzoriek do rôznej vzdialenosti od svetelného zdroja a odôvodnenie zvolenej vzdialenosti. Pri formulácii záverov sledovali uvažovanie žiakov.

Otázky učiteľa podporujúce bádanie pri tejto aktivite môžu byť nasledovné: „Ktoré pomôcky potrebuješ na rozdelenie alginátových guľičiek do troch rovnakých nádob tak, aby bolo v každej nádobe rovnaké množstvo?“, „Ako umiestniš jednotlivé vzorky do rôznej vzdialenosti od zdroja svetla tak, aby nastala čo najviditeľnejšia farebná zmena indikátora?“. Tieto otázky je vhodné klásť najmä mladším žiakom, nakoľko ešte nemajú ucelené poznatky z danej problematiky ani dostatok skúseností so samostatným plánovaním pokusu. V 1. ročníku SŠ učitelia nepociťovali potrebu

Tab. 1: Príklad návrhu podkladu pre hodnotenie niektorých zručností žiakov pri realizácii bádateľskej aktivity o intenzite fotosyntézy

Zručnosť	Základ	Rozvoj	Upevnenie	Rozšírenie
Rozdelenie materiálu	navrhne metódu (váženie, počítanie guľčiek, meranie objemu)	+ zdôvodní návrh metódy	+ odborné argumentuje pre voľbu metódy	+ porovnáva metódy (ich rýchlosť a presnosť)
Rozmiestnenie vzorky	precízne rozloží vzorky	+ rozloží vzorky v primeraných vzdialenostiach a zaznamená čas pôsobenia svetla	+ uvádza praktické dôvody pre odstupy vzoriek (dĺžka stola)	+ uvádza dôvody založené na podstate fotosyntézy
Zhotovenie natívneho preparátu	položí riasy do kvapky vody na podložné sklo a prikryje krycím sklíčkom	+ odhadne optimálnu veľkosť kvapky, odsaje prebytočnú vodu, preparát je bez vzduchových bublín	+ primerané množstvo rias v preparáte, dajú sa dobre pozorovať	+ manipuluje s preparátom (napr. pridá činidlo, farbivo a odsáva z druhej strany vodu)
Nákres	rozpozná objekt	+ vystihne charakteristické znaky objektu	+ zvláda schematický nákres, primeraná veľkosť, mierka	+ popíše načrtnutý objekt, vysvetlí detaily
Mikroskopovanie	založí preparát a zaostrí na objekt	+ mení zväčšenie	+ posúva preparát, chápe princíp prevráteného obrazu	+ ovláda aj ďalšie funkcie zariadenia (napríklad clona), chápe fyzikálne princípy

zamerať otázku na detaily, otázka napríklad znela: „Ako rozdelíte biologický materiál do troch rovnakých nádob, aby ste dosiahli v závere experimentu čo najpresnejší výsledok?“ Niektorí žiaci síce pracovali precízne pri delení materiálu, zvažovali meranie objemu, váženie alebo či použiť vo vzorkách rovnaký počet alginátových guľčiek, ale vzdialenosti medzi vzorkami volili príliš malé. Iní žiaci zaznamenali čas pôsobenia svetla na vzorky a vzorky rozmiestnili do väčších vzdialeností, ale ani tie neboli ešte postačujúce na zaznamenanie dobre viditeľných farebných zmien indikátora. Žiaci, ktorých zručnosti hodnotili učitelia pri tejto úlohe ako upevnené, boli schopní odôvodniť príčinu farebných zmien vo vzorkách na základe informácií o podstate indikátora CO₂. Najlepšie zručnosti a schopnosti bádania prejavili tí žiaci, ktorí boli schopní vysvetliť podstatu experimentu na základe vedomostí o fotosyntéze. Súčasťou aktivity realizovanej žiakmi SŠ bolo zhotovenie natívneho preparátu rias a ich pozorovanie pod mikroskopom. Vyplnili tým čas, kým čakali na výsledok pokusu. Mladší žiaci potrebovali viac času na zaznamenanie postupu. Nasledujúca tabuľka predstavuje ukážku učiteľmi formulovaných úrovní zvládania sledovaných zručností. Slúžila im ako podklad pre spätnú väzbu smerom k žiakom.

Ďalšou aktivitou v rámci pilotovania hodnotiacich nástrojov projektu SAILS bola aktivita o životných podmienkach bezstavovca – žižiavky obyčajnej (*Porcellio scaber*¹). Bezstavovce žijúce v okolí ľudských obydľí je téma ISCED2 v 6. ročníku, aktivita sa mohla realizovať v rámci štandardnej vyučovacej hodiny. Učiteľ sa na predchádzajúcej hodine spýtal žiakov, čo si predstavujú pod pojmom žižiavka. Žiakom sa zdal tento názov neobvyklý. Tento pojem u nich vyvolal potrebu používať slová: pichľavý (žihadlá), horúci (žíža), vypaľovanie (žíhanie), dážďovka (z českého jazyka „žížala“) a ďalšie. Žiaci mali záujem toto slovo preskúmať, a tak ich domácou úlohou na ďalšiu hodinu, kedy bola aktivita realizovaná, bolo nájsť obrázok žižiavky na internete. Žižiavky sa často ukrývajú a majú fádnu farbu. Aj keď na prvý pohľad, po hľadani obrázka žižiavky mali žiaci obavy ohľadom veľkosti a vzhľadu tohto bezstavovca, keď si uvedomili pri prvej manipulácii s nimi, aké sú malé, pracovali s nimi počas experimentu veľmi ochotne. Väčšina žiakov si ich nikdy predtým nevšimla, no našli sa aj takí, ktorí po vyhľadaní obrázka na internete sa rozpamätali, že tohto bezstavovca poznajú. V rozhovore riadenom učiteľom žiaci formulovali predpoklad o tom, aké životné podmienky žižiavky uprednostňujú. Je pravdepodobné, že žiaci na základe vlastnej skúsenosti uvedú tmavé a vlhké prostredie. Niektorí žiaci, ktorí žižiavku nepoznali, argumentovali skôr pre suché slnečné prostredie. Bádateľskú otázku si žiaci kládli sami počas rozhovoru s učiteľom: „Ako by sme mohli dokázať, či žižiavka uprednostňuje vlhké prostredie pred suchým a tmavé pred svetlým?“. Žiaci pracovali so živým materiálom opatrne. Svoje postrehy si zaznamenávali do pracovných listov, ktoré v prvej časti obsahujú slová (teplo, tma, svetlo, ...). Tie im pomohli formulovať predpoklad. K dispozícii bol pracovný list so stručným návodom na realizáciu pokusu. Žiaci pracovali v 4 členných skupinách a k dispozícii mali na výber rôzne pomôcky. Učitelia sledovali formuláciu výskumných otázok a hypotéz, ako aj plán experimentu vyjadrený jednotlivými žiakmi. Je rozdiel, či žiak vyjadrí svoj predpoklad „žižiavke sa sucho nepáči“ alebo ho formuluje „ak sa môžu žižiavky dostať na suchý alebo mokrý papier, pôjdu na mokrý“. Tabuľka 2 obsahuje úrovne hodnotených zručností pri aktivite o životných podmienkach žižiavok.

Spätnú väzbu poskytuje učiteľ pri formatívnom hodnotení žiakom priebežne vo forme dialógu, pričom si pomáha tabuľkou kritérií na hodnotenie. Učitelia nemajú chápať kritériá naformulované v uvedených tabuľkách ako niečo dané alebo rigidné,

¹Dostupné z http://www.experimentuj.eu/typ_experimentu/biologie/

Tab. 2: Príklad návrhu podkladu pre hodnotenie niektorých zručností žiakov pri realizácii bádateľskej aktivity o životných podmienkach žiživky obyčajnej

Zručnosť	Základ	Rozvoj	Upevnenie	Rozšírenie
Kladenie otázok	Kladie otázky ako Vedia žiživky plávať? Ako dlho žijú?	+ otázky sa týkajú podmienok prostredia, v ktorom žiživky žijú. (svetlo, teplo, vlhkosť)	+ uvažuje o možnom vplyve podmienok na správanie žiživok	+ špecifikuje podmienky prostredia (intenzita svetla, optimálna vlhkosť a teplota)
Plánovanie pokusu	Plánuje extrémne podmienky, či žiživky v niektorých podmienkach ne/prežijú (vlhko alebo sucho)	+ uvedomí si vplyv prostredia na život žiživky, navrhne suché a vlhké prostredie – porovnanie	+ navrhne aj tmavé a svetlé – porovnanie	+ kombinuje suché alebo vlhké s tmavým alebo svetlým – porovnanie, nový nápad na pokus
Formulovanie hypotézy	Výrok vychádza zo zvedavosti, nie je reálne testovateľný	+ výrok vychádza z vlastnej skúsenosti, je reálne testovateľný	+ výrok vychádza z vedomostí a skúseností	+ zdôvodní, prečo testovať práve tento výrok

môžu ich meniť podľa vlastnej skúsenosti. Väčšinou je výhodné formulovať ich de novo podľa IBSE témy a zvolených kľúčových zručností, ktoré sa v priebehu určitej aktivity dajú rozvíjať. Upriamiť pozornosť žiaka na to, kam má smerovať ďalšie zlepšovanie jeho zručností, môže učiteľ aj poukázaním na to, ako pracuje iný žiak, ktorý už dosiahol o stupeň vyššiu úroveň. Nie je vhodné od začiatočníka požadovať komplexnú rozšírenú zručnosť. Dôležité je, aby sa posunul z ovládania základu na rozvoj. V práci spolužiaka, ktorý je od neho len o stupeň lepší, môže mať vzor, cieľ sa mu nebude zdať taký nedosiahnuteľný. Aj preto je práca v skupinách pri realizácii IBSE vítaná. Ak je čas, žiaci pri odchode z hodiny vyplnia jednoduchú kartu sebahodnotenia, kde odpovedajú na otázky typu: „Kto zo skupiny pracoval najaktívnejšie?“, „Bol tvoj nápad na realizáciu pokusu dnes použitý?“, „Potvrdil sa tvoj predpoklad?“ Sebahodnotenie pritom slúži na uvedomenie si prínosu vlastnej práce k celkovému výsledku skupiny.

6 ZÁVER

S implementáciou aktivizujúcich metód do vzdelávacieho procesu je potrebné súčasne uplatňovať aj formatívne hodnotenie a z neho vychádzajúce sumatívne hodnotenie zručností súvisiacich s prírodovednou gramotnosťou. V opačnom prípade je možné, že snaha aktivizovať žiaka bádateľsky orientovanou výučbou neprinesie po-

žadované výsledky vo forme rozvoja zručností spadajúcich do tejto oblasti. Učiteľ nebude schopný zmenu vo vzdelanosti žiaka zaznamenať a postupne sa vzdá pokusov o výučbu založenú na bádani. Pri hodnotení zručností rozvíjaných v IBSE má učiteľ otvorené možnosti, nakoľko požiadavky a kritéria hodnotenia nie sú zatiaľ ani zďaleka zadefinované. S prípadových štúdií, z ktorých sme vychádzali v tomto príspevku vyplýva, že nie je možné ani potrebné, aby učiteľ hodnotil všetky zručnosti vo všetkých krokoch bádateľského cyklu súčasne pri výučbe danej témy. Formulovať odstupňované hodnotiace kritériá pre každú zručnosť je náročné a sledovať viac zručností súčasne je niekedy nemožné. Z prípadových štúdií projektu SAILS vyplýva, že je praktické rozlišovať a následne hodnotiť štyri úrovne schopností a zručností, ktoré žiak preukazuje. O ich označovaní sa uskutočnilo mnoho diskusií na medzinárodnej úrovni. Navrhované hodnotiace nástroje sú naďalej v štádiu pilotného overovania. Samozrejme majú byť len pomôckou a nie predpisom. Tvorba a upresňovanie kritérií a spôsob ich využitia je v kompetencii učiteľa, ktorý dokáže prispôbiť stupeň bádania danej vekovej kategórii žiakov a úrovni ich vedomostí. Pri práci s mladšími žiakmi si bádanie často vyžaduje použitie pracovných listov alebo náčrtov tabuliek či grafov, do ktorých žiaci podľa učiteľových očakávaní môžu zaznamenať svoje výsledky, čo uľahčuje celý hodnotiaci proces. K zaznamenaným hypotézam, plánu na ich potvrdenie a záverom jednotlivých žiakov sa môže učiteľ vrátiť, ak chce znovu zhodnotiť napredovanie žiakov.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol s finančnou podporou projektu 7. rámcového programu SAILS (7th General Programme of EU, FP7/2007-2013 based on the no. 289085 agreement (<http://sails-project.eu>), ďakujeme vedeniu projektov a všetkým partnerom.

LITERATÚRA

Chin, Ch. & Chia, L. (2005). *Problem-Based Learning: Using Ill-Structured Problems in Biology*. Project WorkWiley InterScience. Dostupné z <http://www.interscience.wiley.com>

Chmurová, J. & Juricová, I. (2011). *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania v praxi* (470–477). Prešov: MVEK.

Edelson, D. C., Gordin, D. N., & Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *The Journal of the Learning Sciences*, 8(3 & 4), 391–450.

Erdogan, T. & Senemoglu, N. (2014). Problem-based Learning in Teacher Education: Its Promises and Challenges. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 116, 459–463.

Freedman, M. P. (1997). Relationship among laboratory instruction, attitude toward science, and achievement in science knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 343–357.

Harlen, W. (2013). *Assessment & Inquiry-Based. Science Education: Issues in Policy and Practice*. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme.

Held, Ľ., Žoldošová, K., Orolínová, M., Juricová, I. & Ktuláková, K. (2011). *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania*. Trnava: Trnavská Univerzita v Trnave.

Hung, P. H., Lin, Y. F., & Hwang, G. J. (2010). Formative Assessment Design for PDA Integrated Ecology Observation. *Educational Technology & Society*, 13 (3), 33–42.

Introduction to Formative Assessment, (2006). In *Assessing for Learning Facilitator's Guide*. Exploratorium. Dostupné z <http://www.exploratorium.edu/ifi/workshops/assessing/one/guide.html>

Olson, S. & Loucks-Horsley, S. (Eds.). (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Research Council.

Kimáková, K., Lešková, A. & Slepáková, I. (2014). *Formatívne hodnotenie vo výučbe biológie založenej na bádani*. Príspevok prezentovaný na medzinárodnej vedeckej konferencii *Výchova a vzdelávanie 2014: Kontexty vzdelávania a výchovy v súčasnej perspektíve*, Košice.

Llewellyn, D. (2009). *Facilitator's guide: inquire within, second edition: implementing inquiry-based science standards in grades 3–8*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Minstrell, J. & van Zee, E. H. (2000). *Inquiry into inquiry learning and teaching in science*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.

Papáček, M. (Ed.). (2010). *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. Dostupné z <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf>

Schmidt, H. G. (1983). Problem based learning: rationale and description. *Medical Education*, 17, 11–16.

Stobart, G. (2008). *Testing Times. The uses and abuses of assessment*. London: Routledge.

Šiškovič, M. & Toman, J. (2014). *PISA 2012: výsledky Slovenska v kocke*. Inštitút vzdelávacej politiky. Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu SR. Dostupné z <https://www.minedu.sk/data/att/6077.pdf>

Wenning, C. J. (2005). Levels of inquiry: Hierarchies of pedagogical practices and inquiry processes. *Journal of physics teacher education*, 2(3), 3–12.

IVANA SLEPÁKOVÁ, ivana.slepakova@upjs.sk
KATARÍNA KIMÁKOVÁ, katarina.kimakova@upjs.sk
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, Prírodovedecká fakulta
Oddelenie didaktiky biológie
Mánesova 23, 040 01 Košice, Slovenská republika

Scientia in educatione

*Vědecký recenzovaný časopis pro oborové didaktiky
přírodovědných předmětů a matematiky
Scientific Journal for Science and Mathematics Educational Research*

Vydává Univerzita Karlova v Praze – Pedagogická fakulta
<http://www.scied.cz>

Vedoucí redaktorka (UK v Praze)

doc. RNDr. Naďa Vondrová (Stehlíková), Ph.D.

Redakce (UK v Praze)

prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.

doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

prof. RNDr. Jarmila Novotná, CSc.

PhDr. Martin Rusek, Ph.D.

doc. RNDr. Vasilis Teodoridis, Ph.D.

Členové redakční rady

prof. RNDr. Pavel Beneš, CSc. (Univerzita Karlova v Praze)

RNDr. Eva Hejnová, Ph.D. (Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem)

doc. Ph.Dr. Alena Hošpesová, Ph.D. (Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích)

RNDr. Alena Kopáčková, Ph.D. (Technická univerzita v Liberci)

Ph.Dr. Magdalena Krátká, Ph.D. (Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem)

PaedDr. Svatava Kubicová, CSc. (Ostravská univerzita v Ostravě)

prof. RNDr. Ladislav Kvasz, Dr. (Univerzita Karlova v Praze)

prof. RNDr. Danuše Nezvalová, CSc. (Univerzita Palackého v Olomouci)

prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc. (Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích)

RNDr. Lenka Pavlasová, Ph.D. (Univerzita Karlova v Praze)

RNDr. Vladimír Přívratský, CSc. (Univerzita Karlova v Praze)

RNDr. Jarmila Robová, CSc. (Univerzita Karlova v Praze)

doc. RNDr. Josef Trna, CSc. (Masarykova univerzita v Brně)

Zahraniční členové redakční rady

prof. RNDr. Ján Pišút, Dr.Sc. (Univerzita Komenského v Bratislavě, SR)

prof. Dr. Gorazd Planinšič, Ph.D. (Univerza v Ljubljani, Slovinsko)

dr hab. prof. UR Ewa Swoboda (Uniwersytet Rzeszowski, Polsko)

Adresa redakce

Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta (Naďa Vondrová)

Magdalény Rettigové 4, 116 39 Praha 1

e-mail: scied@pedf.cuni.cz

Pokyny pro autory jsou uvedeny na <http://www.scied.cz>.

Sazbu v systému L^AT_EX zpracoval Miloš Břejcha, Vydavatelský servis, Plzeň.

Logo navrhl Ivan Špírk.

Redaktorka a jazyková korektorka Zdeňka Janušová