

OBSAH

Úvodem	3
Teoretické studie	
Tomáš Janík, Iva Stuchlíková Oborové didaktiky na vzestupu: přehled aktuálních vývojových tendencí . .	5
Miroslav Papáček Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa?	33
Výzkumné stati	
Martina Kekule, Vojtěch Žák Selected Attitudes of Students to Physics at School in the Czech Republic	51
Bernard Sarrazy, Marie-Pierre Chopin Anthropo-didactical approach to teacher-pupil interactions in teaching mathematics at elementary school	73
Magdalena Krátká Zdroje epistemologických překážek v porozumění nekonečnu	87
Milena Pouchová Školní projekty ve výuce přírodovědných předmětů na 2. stupni základních škol – česko-slovenský srovnávací výzkum	101
Přehledové studie	
Hana Čtrnáctová, Marta Klečková Doktorské studium v oblasti didaktiky chemie – vývoj a současnost	119
Petr Dostál Didaktika biologie – vývoj a současnost	125

ÚVODEM

Didaktiky přírodovědných oborů a matematiky jsou komplexní obory, které jsou rozvíjené v úzké součinnosti nejen s příslušnými obory, ale i pedagogicko-psychologickými disciplínami. V České republice těmto oborovým didaktikám dosud chybělo společné fórum, na němž by mohly sdílet nejnovější výsledky svých výzkumů. Právě toto fórum, jak doufáme, poskytne odborný recenzovaný časopis *Scientia in educatione* (SCIED), jehož první číslo, obrazně řečeno, právě dostáváte do rukou. Je naší ambicí, aby časopis přispěl nejen k rozvoji oborově didaktického výzkumu jako takového, ale též k postupnému vytvoření jasných, všeobecně sdílených a akceptovaných kritérií kvality, jak to ve své zprávě z roku 2010 zdůraznila i pracovní skupina Akreditační komise MŠMT. Věříme též, že poslouží tvorbě a ustálení uznávané společné „didaktické“ terminologie.

Posláním časopisu SCIED je publikovat původní články věnované teoretickému i empirickému výzkumu v didaktikách přírodovědných oborů (konkrétně biologie, environmentalistiky, geologie, fyziky a chemie) a matematiky. Redakce vítá též studie zpracované v rámci doktorských (případně i magisterských) studijních programů, pro habilitační či profesorská řízení apod. a také příspěvky ze zahraničí. Naším záměrem je, aby uveřejněné texty sloužily nejen k prohlubování vědomostí a k informování o aktuálním stavu výzkumu ve vybraných oborových didaktikách u nás a ve světě, ale byly i hodnotnými inspirativními zdroji pro další výzkum a vzdělávací praxi. Časopis je svým obsahem určen pro odborníky v oborových didaktikách a pedagogice, doktorandy, studenty a širokou odbornou veřejnost.

První číslo časopisu SCIED otevírá obecněji zaměřený příspěvek T. Janíka a I. Stuchlíkové, který odpovídá na otázku, co je obecná didaktika a oborová didaktika, jaké jsou současné směry v těchto oblastech a čím se mohou navzájem obohatit. Druhá teoretická studie M. Papáčka se zabývá badatelsky orientovaným přírodovědným vyučováním. Mezi výzkumnými statěmi jsou zastoupeny obory didaktika fyziky, matematiky a přírodovědných předmětů. M. Kekule a V. Žák ve svém článku zkoumají motivaci českých žáků k fyzice. Výzkum odborníků ze zahraničí B. Sarrazyho a M.-P. Chopin se týká antropodidaktického přístupu k interakci mezi učitelem a žákem při výuce matematiky na prvním stupni základní školy. Druhý příspěvek k didaktice matematiky autorky M. Krátké se věnuje epistemologickým překážkám v porozumění pojmu nekonečno. Studie M. Pouchové se zabývá školními projekty ve výuce přírodovědných předmětů na 2. stupni základních škol u nás a na Slovensku. Číslo uzavírají dvě přehledové studie. H. Čtrnáctová a M. Klečková rozebírají doktorské studium v oblasti didaktiky chemie a podobně P. Dostál v didaktice biologie.

Věříme, že Vás obsah prvního čísla časopisu *Scientia in educatione* zaujme a inspiruje.

Nada Stehlíková
Vedoucí redaktorka

Oborové didaktiky na vzestupu: přehled aktuálních vývojových tendencí

Tomáš Janík, Iva Stuchlíková

Abstrakt

Přehledová studie mapuje aktuální vývojové tendence v didaktice. V první části jsou vymezeny pojmy obecná didaktika, mezioborová didaktika, oborová a předmětová didaktika. V návaznosti na to jsou představeny nejvýraznější didaktické tradice a koncepce rozvíjené v různých kulturních oblastech (německé, skandinávské, frankofonní, angloamerické a dalších). V dalším kroku jsou rozebírány dva podstatné impulsy, které přispěly k emancipaci a rozvoji oborových didaktik – impuls profesionalizační a impuls kurikulární. V další části studie je pozornost zaostřena na didaktiky přírodovědných předmětů. Jsou tematizovány trendy v didaktice přírodních věd a zdroje inspirace z jiných oborových didaktik. V závěru studie jsou rozebírány perspektivy dalšího vývoje didaktiky, resp. oborových didaktik v České republice. Kritická analýza vývojových tendencí v celkovém pohledu naznačuje, že didaktika je na vzestupu, a to přinejmenším v kontinentální Evropě, kde má úctyhodnou tradici a vysokou společenskou závažnost.

Klíčová slova: didaktika, didaktika obecná, didaktika oborová, didaktika předmětová, didaktika transdisciplinární, kurikulum, profesionalizace, přírodovědné vzdělávání.

Current Trends and Tendencies in Field Didactics

Abstract

This review paper focuses on current developments in didactics. Firstly, key terms are defined — general didactics, inter-subject didactics, field didactics, and subject didactics. On the basis of these definitions, the most important didactic traditions and conceptions are introduced that are being developed in different cultural regions (German, Scandinavian, French, Anglo-American and others). Secondly, two important stimuli for the independence and development of field didactics are described — professionalization-based and curricular. In the second part of the paper, the focus lies on natural sciences field didactics. Trends in natural sciences field didactics are discussed as well as sources of inspiration in the field didactics for other fields. Towards the end of the paper, perspectives for further development of didactics and field didactics in the Czech Republic are outlined. A critical analysis of these perspectives implies a rise of didactics; at least in the continental Europe, where it has a long and respected tradition.

Key words: didactics, general didactics, inter-subject didactics, field didactics, subject didactics, curriculum, professionalization, science education.

1 DIDAKTIKA OBECNÁ, MEZIOBOROVÁ, OBOROVÁ A PŘEDMĚTOVÁ – VYMEZENÍ A SYSTEMATIZACE POJMŮ

Základem problematiky a terminologie rozebírané v této studii je sloveso řeckého původu *didáskein*, které může znamenat jak vyučovat, poučovat či učit, tak být vyučován, poučován či učen. Termín *didaxis* je překládán jako vyučování či poučování, termín *didaktiké téchne* jako dovednost či umění (um) vyučovat. Původně bylo jako *didaktické* označováno „*poučné umělecké dílo přednášené rytmicky, s fantazií, půvabně nebo energicky*“ (J. W. Goethe cit. podle Heursen, 1986, s. 307). S přívlastkem *didaktický* se běžně setkáváme v literární vědě, kde označuje literární žánr. Za vynikajícího didaktika je považován např. Daniel Defoe, autor naučného románu Robinson Crusoe. Vedle pozitivních konotací má přívlastek *didaktický* také některé konotace negativní – nejčastěji ve smyslu *nepřiměřeně poučující, školometský* apod. Potud oborově specifický, v daném případě literárněvědní výklad pojmů *didaktika* a *didaktický*. Cílem této studie je nahlédnout, jak je pojem *didaktika* aktuálně vykládán ve vědách o výchově.

1.1 OBECNÁ DIDAKTIKA

Jak vysvětlujeme na jiném místě (Janík, 2009a, s. 651), v systému pedagogické terminologie *didaktika* označuje teorii vyučování a učení. Didaktika se stává obecnou teorií vyučování a učení, jestliže abstrahuje od věku vzdělávaného jedince, od oboru, v němž se vzdělává, od instituce, v níž se vzdělávání odehrává, atp. Analogicky k vymezení termínu *obecná pedagogika* lze *obecnou didaktiku* chápat jako základní pedagogickou disciplínu, která usiluje o systematizaci a interpretaci klíčových didaktických jevů a zákonitostí a o vymezení obecně platných didaktických principů.

V odborné literatuře se setkáváme s různými přístupy k vymezení *obecné didaktiky*. Skalková (2007) vymezuje *obecnou didaktiku* jako teorii vzdělávání a vyučování, zabývající se problematikou obsahů a zároveň i procesem, v němž si žáci tento obsah osvojují, tedy vyučováním a učením. Maňák (2003) vymezuje *didaktiku* jako teorii vzdělávání, která zahrnuje všechny jevy a procesy, jež se týkají záměrné myšlenkové a motorické kultivace člověka, a to ve všech formách a stádiích jeho vývoje. Průcha (2006, s. 101) chápe *didaktiku* jako obecnou teorii o „intencionálních procesech“ učení a vyučování a o obsazích a formách těchto procesů. . . , ať se realizují ve školní třídě, nebo v podnikovém kurzu, při výcviku artistů aj. Podrobnější rozbor naznačuje, že většina vymezení chápe *obecnou didaktiku* jako základní pedagogickou disciplínu, která usiluje o vědeckou reflexi, analýzu a objasnění procesů vyučování a učení ve všech stupních a formách vzdělávání a na tomto základě přispívá k jejich zkvalitňování.

Atribut *obecná* v termínu *obecná didaktika* odkazuje ke snaze postihnout didaktické pole v jeho celistvosti. *Obecná didaktika* označuje vědeckou disciplínu, jejímž předmětem je vyučování a učení, která však jako integrující disciplína pedagogiky má ve svém pohledu celé výchovné dění. Cílem *obecné didaktiky* v teoretické rovině je objasňování základních didaktických pojmů, jako jsou vzdělávání, vyučování, učení a další, a rozpracovávání teorií vztahujících se ke vzdělávání, vyučování a učení. *Didaktika jako profesní věda pro učitele* sleduje také cíle praktické. Vědeckými prostředky zkoumá učitelovo profesní pole a vytváří akční teorie pro řešení každodenních

problémů vyučování a učení. Učitel potřebuje *obecnou didaktiku* k tomu, aby mohl své jednání ve výuce vztahovat k intersubjektivně uznávaným měřítkům.

Didaktika se v současné době výrazně diferencuje, takže vznikají její četné dílčí disciplíny. *Obecná didaktika* přitom není „zbytkem obecných otázek“, které zůstaly nerozebrány dílčími didaktickými disciplínami, naopak, jde jí o objasňování základních otázek, které umožňují propojení dílčích didaktických disciplín a řešení jejich problému na společné terminologické bázi. V tomto ohledu naplňuje svou funkci integrační a koordinační. *Obecnou didaktiku* je třeba odlišit od *metadidaktiky* (viz Choděra, 2006), která vymezuje základní kategorie a pojmový aparát nejen pro *didaktiku obecnou*, ale také pro *didaktiku mezioborovou*, *oborovou* a *předmětovou*.

1.2 TRANSDISCIPLINÁRNÍ (MEZIOBOROVÁ) DIDAKTIKA

V pozadí výše prezentované argumentace stojí předpoklad, že *obecná didaktika* představuje vyšší úroveň abstrakce a zobecnění poznatků, jež jsou produkovány *oborovými didaktikami*. Ze strany oborových didaktiků se setkáváme s námitkami, že *obecná didaktika* v této funkci selhává. Např. německý historik Pandel (1996, s. 31) k tomu uvádí: „Tvrdí-li se, že obecně didaktické výpovědi jsou hypotetickými zobecněními, je třeba se ptát, z čeho se vlastně zobecňuje? Odkud pocházejí výpovědi, které jsou následně zobecňovány? Při pohledu na didaktiku historie se mi pro období posledních 200 let nepodařilo identifikovat, jaké historicko-didaktické konstrukty, principy či postupy byly obecnou didaktikou zobecněny.“

Podobně slovenský autor Pupala (2009, s. 216) upozorňuje, že „stávající konceptuální konstrukty didaktiky jsou většinou zjevně neteoretické a neanalytické, spíše arbitrární než systematické, více triviálně popisné než explanační“. O několik odstavců dále autor dodává, že řeč je především o *obecné didaktice*. Dále autor zavádí metaforu *kontinua didaktického myšlení*, které zahrnuje plynulý pohyb mezi obecným konceptuálním základem didaktického myšlení a jeho analytickým rozpisem v *oborových didaktikách*, a poukazuje na to, že existující koncepty *obecné didaktiky* neumožňují toto kontinuum rozvinout. S odkazem na neexistenci *kontinua didaktického myšlení* autor uvádí: „Není divu, že si oborové didaktiky žijí svůj vlastní izolovaný život a že jejich struktura, výpovědní potenciál, sebepojetí i výzkumné programy jsou nejen nezávislé, často inkoherentní a tematicky separátní, ale dojde, že metodologicky i teoreticky různě vyspělé a kvalitní. Možná jsou však daleko dynamičtější a reálnější, než fatálně zmrazená poznatková báze obecné didaktického myšlení.“ (Pupala, 2009, s. 217) Zdá se, že citovaný autor vidí možnost konstituovat *obecnou didaktiku* jako *obecnou teorii oborových didaktik*.

Pro tyto koncepce je charakteristická snaha vyhledávat „průřezová témata“ jednotlivých *oborových didaktik* a pojednávat je na sdílené (obecnější) rovině. Programovou snahou přitom je neztratit ze zřetele oborové obsahy a jejich transformace. V tomto momentu se pracujeme ke koncepci *transdisciplinární (mezioborové) didaktiky*, jak je zvažována a rozvíjena některými zahraničními autory (např. Hudson, Meyer et al., 2011), přičemž své zastánce má i u nás – viz k tomu diskusní příspěvek Trny (2005), sérii statí autorské dvojice Slavík a Janík (2005, 2006, 2009), stať Pupaly (2009) a další. Pro citované autory je příznačné, že se pokoušejí operovat v prostoru mezi *obecnou didaktikou*, jež má problémy s obsahovou konkretizací svých výpovědí, a *oborovými didaktikami*, kterým se nedaří formulovat své výpovědi na vyšší rovině obecnosti¹. Koncepce *transdisciplinární (mezioborové) didaktiky* je

¹Jak autory v diskusi nad předloženým rukopisem upozornil Jan Slavík, pro teoretické spojení mezi zobecňující a oborově konkretizovanou úrovní je používán příznačný didaktický pojem „obsa-

vedle toho odpovědí na problém interdisciplinarity ve vědě a mezipředmětových vztahů v kurikulu a ve výuce.

1.3 OBOROVÉ A PŘEDMĚTOVÉ DIDAKTIKY

Co se týče *oborových didaktik*, lze konstatovat, že se jedná o dynamicky se rozvíjející vědní disciplíny, jejichž význam dnes roste. Potřebu podporovat své didaktiky pocítují zejména obory, jimž se nedaří oslovovat veřejnost a mají problém s přílivem „nových kádrů“.

Jak vysvětlujeme na jiném místě (Janík, 2009b, s. 656), výklady pojmu *oborová didaktika* se pohybují v rozmezí od poměrně úzce pojímané *metodiky* (recepty na „správné“ vyučování v určitém oboru) až po komplexní pojetí *oborové didaktiky* jako aplikované vědy založené na základním výzkumu procesů enkulturace, socializace, vyučování, učení v určitém oboru. Pro současný vývoj je charakteristické směřování ke komplexnímu pojetí *oborových didaktik*. Nicméně aktuálně stále ještě převažuje chápání *oborových didaktik* jako disciplín vázaných převážně „jen“ na (školní) vzdělávání. Předmětem takto pojímaných *oborových a předmětových didaktik*² jsou procesy (školního) vyučování a učení s ohledem na jejich oborovou příslušnost a specifčnost. Jsou to disciplíny situované mezi určitý vědecký, umělecký, technický či jiný obor a vědy o výchově a vzdělávání. Obecný termín *oborová/předmětová didaktika* je podle potřeby nahrazován termínem specifikujícím, který vyjadřuje, o didaktiku kterého oboru/předmětu jde (např. didaktika matematiky, didaktika anglického jazyka, didaktika tělesné výchovy).

Zatímco termín *didaktika* odkazuje k dovednosti/umění vyučovat a k jeho vědecké reflexi, termín *obor* odkazuje k odborné oblasti, v jejímž rámci jsou řešeny specifické úkoly a problémy. *Obor* lze také chápat jako určitou formu uspořádání lidského vědění a poznávání. Vztah mezi didaktikou a oborem, na nějž odkazuje sousloví *oborová didaktika*, je dynamický a může nabývat různých podob. Na jednu stranu lze hovořit o *didaktice situované poblíž oboru*, na druhou stranu existují varianty *didaktiky situované poblíž obecné didaktiky, resp. pedagogiky*. Jeví se jako žádoucí, aby průnik *oboru* a *didaktiky* byl symetrický, neboť při výuce je nutné vyváženě respektovat jak podmínky žákovského učení, tak oborové kvality (např. správnost) toho, co je zde předkládáno k učení.

Oborové didaktiky lze chápat jako vědy zprostředkovávající svůj obor směrem k nejrůznějším adresátům. Přitom je však třeba poznamenat, že se nezprostředkovávají veškeré oborové obsahy, nýbrž vybírají a zpracovávají se především ty, které se ukazují jako užitečné z hlediska vyučování a učení, tj. přispívají k rozvoji znalostí, dovedností, kompetencí, postojů a jiných dispozic žáků na určitém stupni a typu

hová transformace“. Směřuje k uchopení procesu, při němž žáci rozvíjejí své obecné intelektuální kapacity prostřednictvím činnosti s oborově orientovanými obsahy – jedná se tedy o transformace obsahu mezi subjektivní žákovskou představou a intersubjektivním oborovým významem (srov. k tomu Brockmeyerová-Fenclová, Čapek, Kotásek, 2000; Jelemenská et al., 2003; Janík, Slavík, 2009).

²Němčina používá pro označení *předmětových* a *oborových didaktik* termínu *Fachdidaktik*, event. *Bereichsdidaktik*, francouzština termínu *didactique des disciplines*. V kontinentální Evropě se pro označení *oborových didaktik* ve smyslu specializovaných vědních disciplín (evropské provenience) ujal anglický termín *subject (matter) didactics* (srov. Kansanen, 2007), v angloamerické literatuře se zpravidla používá opisného termínu *teaching and learning of specific subject areas*, event. termínů *subject matter methodology* nebo *content pedagogy*. Pro označení didaktiky konkrétního oboru se v anglické terminologii dále používá pojmu např. *mathematics education* – tento termín nicméně umožňuje dvojí výklad – může jít jak o *didaktiku matematiky*, tak o *matematické vzdělávání*.

školy. K tomu se systematicky využívají poznatky dalších disciplín, např. pedagogiky a obecné didaktiky, pedagogické a vývojové psychologie a dalších. V tomto smyslu mají *oborové didaktiky* interdisciplinární charakter.

*Předmětové didaktiky*³ se zabývají problémy výuky v konkrétních vyučovacích předmětech a zpravidla jsou chápány jako jejich *metodiky*. *Předmětové didaktiky* se utvářejí ve vazbě na příslušné vyučovací předměty a v podmínkách daných kurikulem školního vzdělávání. Naproti tomu *oborové didaktiky* se dnes profilují jako relativně autonomní vědní disciplíny, jejichž předmětem je „celý komunikační proces v příslušném oboru a jemu odpovídající složka vzdělání“ (Brockmeyerová-Fenclová, Čapek, Kotásek, 2000, s. 30). *Oborové didaktiky* se konstituují v průniku mezi určitou oblastí lidského poznávání a jednání (vědecké, umělecké, technické a jiné obory) a jí odpovídající složkou vzdělávání, vymežovanou zpravidla jako vyučovací předmět nebo jako širší celek – vzdělávací obor či oblast.

2 DIDAKTICKÉ TRADICE A KONCEPCE – HISTORICKÝ EXKURZ A SOUDOBÉ KONCEPCE

Didaktika je mladou disciplínou s dlouhou tradicí. Pešková (2004, s. 63), připomíná Komenského a dále Palouše (2004), pro něž je didaktika „péčí o duši“, tj. návodem, jak realizovat provádějící profesi. Zatímco pro Komenského je didaktika „uměním umělého vyučování“, tedy především oním „docendi ars“, později se prosazuje didaktika v pojetí „techné“ (dovednost vychovávat, resp. vyučovat) a v pojetí „scientia“ (vědecká reflexe výchovného, resp. výukového úsilí).

2.1 KONSTITUOVÁNÍ DIDAKTIKY – HISTORICKÝ EXKURZ

Didaktika se spolu s *katechetikou* (teorie a praxe předávání víry) pěstovala zejména na filozofických a teologických fakultách, teprve ve 20. století také na fakultách pedagogických, což souvisí s vývojem oborů a jejich rozčleněním do fakult při univerzitách. Zatímco W. Ratke (1571–1635) a podobně J. A. Komenský (1592–1670) koncipují didaktiku jako *univerzální* koncept, jež pokrývá veškerou edukaci celého společenství – aneb *všeobecné umění, jak naučiti všechny všemu*. V průběhu osvícenectví dochází k předefinování didaktiky, přičemž se zdůrazňuje role *individuality*. Jedním z hlavních protagonistů tohoto předefinování je J. F. Herbart (1779–1841), který podržuje didaktiku pedagogice.

Herbartovo pojetí dále rozvíjí W. Rein (1847–1922), a to v souvislosti s řešením vztahu teorie a praxe, přičemž didaktiku chápe jako ústřední součást teoretické pedagogiky. V tomto pojetí je didaktika *naukou o výchovném vyučování* (*Lehre von erziehenden Unterricht*). W. Rein tuto nauku dále člení na *obecnou didaktiku* a na *speciální didaktiku* – pro níž se později prosazuje označení *oborová didaktika* (*Fachdidaktik*)⁴. Autor výslovně upozorňuje, že obecná i speciální (oborová) didaktika

³Termín *předmětová didaktika* navíc zohledňuje skutečnost, že některé vyučovací předměty existují chronologicky dříve než jejich „mateřské“ obory. Vyučovací předmět totiž může být konstituován na základě specifického vzdělávacího úkolu z několika vědních oborů či praktických činností (srov. Kotásek, 2004). Nově se konstituující vyučovací předmět může podněcovat vznik příslušného oboru na univerzitě, což je předpokladem, aby v něm budoucí učitelé mohli získávat odpovídající aprobaci.

⁴Činí tak patrně v návaznosti na německého pedagoga Ch. Helwiga, který již počátkem 17. století zavádí rozlišení *didactica generalis* (obecná didaktika) a *didactica specialis* (speciální didaktika) – srov. Kansanen (2007).

má studovat tutéž skutečnost (výchovné cíle, prostředky, metody, kurikulum apod.) ovšem s tím rozdílem, že ta první se zaměřuje na její obecné aspekty a ta druhá na jednotlivosti.

Jako vědu vyučovatelskou a umění vyučovací chápal u nás v 19. století didaktiku G. A. Lindner (1828–1887). Od konce 19. století se pedagogika osamostatňuje od filozofie a v jejím rámci se začíná konstituovat didaktika jako empiricky fundovaná vědní disciplína. Počátkem 20. století měla na didaktické myšlení podstatný vliv konfrontace dvou výrazných ideových proudů reprezentovaných německým představitelem duchovních věd W. Diltheyem (1833–1911) a americkým pragmatikem J. Deweyem (1859–1952).

První polovinu 20. století lze charakterizovat jako období rozvoje experimentální pedagogiky a didaktiky. Především v rámci reformně pedagogického hnutí 20.–30. let 20. století byly promyšleny a v praxi aplikovány nejrůznější edukační postupy a v některých případech se empiricky ověřovala jejich účinnost. Rozvíjel se didakticky orientovaný *výzkum pedagogické skutečnosti*, jehož cílem bylo na základě pozorování a protokolování pedagogických situací zlepšovat praxi výuky. Podle našeho pedagoga O. Chlupa (1875–1965) je didaktika teorií vyučování, která řeší otázky funkcí, cílů, obsahů, metod, prostředků a organizačních forem vyučování – opírá se o logické a psychologické základy učení. Takto chápaná didaktika je zaměřena ke vzdělávacímu obsahu, což je patrné i z autorovy koncepce základního učiva.

2.2 SOUDOBÉ DIDAKTICKÉ KONCEPCE

V druhé polovině 20. století jsou koncipovány četné didaktické modely, tj. teoretické systémy určené k analýze a plánování didaktického jednání (Jank, Meyer, 1991). Soudobé didaktické myšlení ovlivňovaly zejména modely koncipované v Německu: *didaktika založená na teorii vzdělávání*, resp. *kriticky konstruktivní didaktika* (Klafki, 1967), *informačně teoretická – kybernetická didaktika* (Cube, 1965), *didaktika orientovaná na učební cíle* (Möller, 1969), *didaktika založená na teorii učení a vyučování* (Schulz, 1986), *didaktika založená na teorii kurikula* (Robinson, 1967), *kriticky komunikativní didaktika* (Popp, 1976), *konstruktivistická didaktika* (Reich, 2002) a další. Obohacením evropského didaktického myšlení jsou směry rozvíjené ve Francii: *psychologická didaktika* (Aebli, 1951) či nověji *transpoziční didaktika* (Chevallard, 1991; Caillot, 2007). V bývalém „východním bloku“ se rozpracovává *materialistická didaktika*, *psychodidaktika*, *ontodidaktika* a další proudy. V průběhu 20. století více či méně kontinuálně vstupuje evropské didaktické myšlení do interakce s angloamerickým výzkumem vyučování, učení a kurikula – vlivné jsou zejména práce Skinnera, Blooma, Tylera, Glasera, Brunera, Ausubela, Gagného a dalších.

Historicko-srovnávací analýzy naznačují, že od 90. let 20. století se postupně sbližuje evropská didaktická tradice s angloamerickou tradicí kurikulárního výzkumu a otevírají se tak nové horizonty didaktického myšlení (Gundem, Hopmann, 2002; Kansanen, 2007; Skalková, 2007; Janík, 2009c). Aktuální pokusy o systematizaci myšlenkových škol, koncepcí a jejich variant v německé didaktice předkládá Terhart (2002), o skandinávské didaktice podávají přehled Kansanen a Uljens (1997), o vývoji ve frankofonní oblasti informuje Caillot (2007), o vývoji v angloamerické oblasti Doyle (1996). Dále předkládáme pokus o diferenciaci hlavních proudů didaktického myšlení. Vycházíme z Terhartova (2002) rozlišení čtyř „rodin“ didaktických teorií, které dále rozvádíme a rozšiřujeme:

- **Didaktické koncepce založené na teoriích vzdělávání** (např. Klafki, 1958; česky viz Klafki, 1967) se rozvíjejí kolem pojmu *vzdělání* (*Bildung*),

jež je chápáno jako uvádění do kultury. Výuka je chápána jako praktické morální umění, které vyžaduje zakotvení do určitého typu vědění a vědecké reflexe. Volba cílů, obsahů a metod výuky se podřizuje úloze, která spočívá v aranžování „plodného setkání určitých dětí s určitými vzdělávacími obsahy“ (Klafki, 1967, s. 121). Úloha učitele spočívá ve výběru, uspořádání a zprostředkování obsahů – s ohledem na předpoklady žáků. V předstihu se přitom odehrávají důležitá rozhodování stran učebního plánu (kurikula). Rozhodování ohledně výukových metod je podřízeno otázce cílů a obsahů. Novější varianty takto orientované didaktiky (Klafki, 1991) operují s nadřazenými cíli vzdělávání, jako jsou sebeurčení, spoluurčení, solidárnost apod. Vůdčími principy výběru a strukturace obsahů jsou epochální klíčové problémy lidstva (válka, mír, soužití apod.), méně obory a oborové struktury. Později se tyto koncepce rozvíjejí do modelu *kriticky konstruktivní didaktiky*, který se opírá o kritickou teorii Frankfurtské školy (Adorno, Horkheimer, Habermas) a zdůrazňuje úlohu didaktiky ve smyslu vedení žáků k sebeurčení, spoluurčení a solidaritě. Z pohledu teorie vědy lze tyto koncepce přiřadit k duchovědné pedagogice, resp. k pedagogice kultury.

- **Didaktické koncepce založené na kurikulárních teoriích vč. teorií cílů** (např. Möller, 1969; Robinsohn, 1976) se původně rozvíjely v návaznosti na pozitivistickou psychologii a na behavioristické pojetí učení (Skinner, Thorndike), později do nich vstoupily podněty z angloamerických *kurikulárních studií*. Základem *didaktiky orientované na učební cíle* (např. Möller, 1969) je analýza cílového chování žáků, na jejímž základě jsou stanoveny přesné dílčí cíle vyučování a učení. Učitel je chápán jako *racionální expertní systém*, který se rozhoduje s ohledem na cíle, kontroluje výsledky svého jednání a využívá toho jako východiska pro plánování další výuky. Tato didaktická koncepce se stává východiskem pro hnutí programovaného učení. V rozvinutí do modelu *didaktiky založené na teorii učení a vyučování* (viz dále) byla mírně relativizována metafora *učitele jako expertního systému* a více se zohlednila skutečnost, že výuka je ovlivňována také faktory institucionálními a společenskými. Koncepce *didaktiky založené na teorii kurikula* (Robinsohn, 1967) se opírá o americké kurikulární teorie a výzkumy, které do kontinentální Evropy uvedl Robinsohn koncem 70. let 20. století, kdy zde započíná jejich konfrontace s evropskou didaktickou tradicí. *Didaktika založená na teorii kurikula* je zaměřena zejména k obsahové stránce vzdělávání – nabízí podněty pro reformu vzdělávání na základě revize kurikula. Z pohledu teorie vědy lze starší z těchto koncepcí přiřadit k pozitivismu či behaviorismu, novější je možné přiřadit do oblasti označované v angloamerické tradici pojmem *kurikulární studia*.
- **Didaktické koncepce založené na teorii vyučování a učení** (např. Schulz, 1980; česky viz Kansanen, 2004) vycházejí z perspektivy učitele plánujícího a reflektujícího svoji výuku. Mají ambici nabízet učitelům vědecky podložené informace využitelné pro realizaci výuky. Východím bodem učitelova didaktického rozhodování je diagnostika aktuální situace žáka či skupiny. S ohledem na nadřazený kurikulární dokument učitel rozhoduje o cílech, obsazích, metodách a médiích výuky. Výuka zde není chápána jako *vzdělávací setkání* ale jako *účelově racionální a s ohledem na výsledky kontrolovaná organizace procesu vyučování a učení*. Jedná se o didaktiku pragmatickou; často bývá kritizována pro svá pozitivistická východiska. V rozvinutí těchto koncepcí je více zohledněno institucionální a společenské zakotvení výuky, jakož i interakční procesy. Toto pojetí didaktiky má díky svému účelově racionálnímu chápání výuky nej-

blíže k pojetí empirického výzkumu vyučování a učení. Obdobné koncepce jsou rozvíjeny ve Skandinávii (Kansanen, Uljens, 1997). Z pohledu teorie vědy lze tyto koncepce přiřadit k empiricko-analytické pedagogice.

- **Didaktické koncepce založené na teoriích komunikace a interakce** (např. Popp, 1976; u nás viz Fajkus, 1988/1989; Brockmeyerová-Fenclová, Čapek, Kotásek, 2000) zdůrazňují význam sociální dimenze výuky jako interakčního pole a nabízejí nové přístupy jak k výzkumu kurikula, tak k plánování a analýze výuky. Tyto koncepce se méně zaměřují na obsahy a na perspektivu učitele plánujícího a analyzujícího výuku. Hlavní pozornost věnují procesům a účinkům sociální interakce ve třídě. Výuka je chápána jako sociální situace, do níž účastníci přinášejí své osobní zkušenosti, pohledy a porozumění. V takto orientovaných koncepcích dochází k didaktickému rozpracování filozofických, informačně teoretických a komunikačních konceptů. Vedle toho jsou zde využívány nálezy sociálně psychologických výzkumů, zaměřených na chování učitelů a žáků ve škole a ve výuce. Pokud jsou v komunikačně interakčním přístupu hledány vazby k empirickému výzkumu výuky, není na prvním místě zohledňována problematika vzdělávacího obsahu a jeho zprostředkování (instruction), nýbrž problematika interakčních struktur (interaction). *Kriticky komunikativní didaktika* přichází navíc s normativním aspektem, který spočívá v požadavku nastavení symetrické komunikace ve výuce, tj. komunikace bez „nadvlády privilegovaných“. Z pohledu teorie vědy lze tyto koncepce přiřadit k vědám o komunikaci a ke kritické pedagogice.
- **Didaktické koncepce založené na konstruktivismu** (např. Aebli, 1951 – nejnověji Bear a kol., 2006; Reich, 2002; Terhart, 1999/2003; u nás viz Vyskočilová, Dvořák, 2002; Hejný, Kuřina, 2001; Jelemenská a kol., 2003; Rendl, 2008) jsou založeny činnostně a interakčně. Orientují se na kategorie, jako jsou porozumění, zkušenost, jednání a další. Staví na předpokladu, že žáci si své znalosti či svá pojetí učiva (prekoncepty) konstruují na základě své vlastní aktivity. Vyučování je chápáno jako vytváření situací, v nichž se žákům dostává příležitosti (re)konstruovat – vytvářet, modifikovat, zdokonalovat – své dosavadní znalosti. Posuzování výsledků učení prostřednictvím rozlišování správně/špatně se nejeví jako adekvátní, neboť žádné vědění není samo o sobě privilegované. Učení je aktem ko-konstruování ve společenství učících se. V teoretických pojednáních se konstruktivistická didaktika artikuluje poměrně radikálně; při úvahách vztažených k praxi je zastávána spíše moderátní pozice. Konstruktivistická doporučení pro realizaci výuky připomínají teze reformně pedagogického hnutí 20.–30. let 20. stol. Jednou z vůdčích koncepcí v rámci konstruktivistické didaktiky je *didaktika psychologická*, resp. *psychodidaktika*. Její hlavní protagonista, Hans Aebli (1951) rozvíjí svoji koncepci na vývojově psychologických a epistemologických poznatcích J. Piageta, které se pokouší zhodnotit pro účely didaktiky a vyučování. Aebliho didaktika je stavěna na přesvědčení, že *myšlení vychází z konání*. Klíčovým pojmem této didaktiky jsou *myšlenkové operace*. Z pohledu teorie vědy je obtížné tyto koncepce kategorizovat, neboť jsou značně heterogenní a jejich hranice jsou neostře – lze alespoň s určitou neurčitostí říci, že mají blízko k postmodernímu chápání vědy.

Výše prezentované pojednání o pěti hlavních směrech didaktického myšlení bylo vedeno v obecné, zastřešující rovině. Pokud bychom měli předložit diferenciaci v oborových didaktikách, nabídli bychom již dříve publikované rozlišení specializačních

trendů (Slavík, Janík, 2006; Janík, 2009b), které se vzájemně odlišují podle předmětu výzkumu a hlavních zkoumaných otázek (tab. 1).

Tabulka 1 Oborové didaktiky – specializační trendy (převzato z Janík, 2009b, s. 658)

Specializační trendy	Výchozí teze	Předmět výzkumu	Zkoumané otázky
Oborová didaktika jako studium ontogeneze oborového myšlení	V dispoziční výbavě žáků jsou obsaženy „autopoietické“ předpoklady k učení a zvládnání příslušného oboru. Propojenost vyučování a učení je natolik úzká, že je nezbytné tyto procesy zkoumat společně jako jediný proces kognitivní socializace v duchu tzv. mediačního paradigmatu kulturní psychologie.	Ontogeneze výkonů v určitém oborově založeném rámci. Výzkumy jsou zaměřeny na sociální konstrukci pojmů a specifických dovedností v systému vztahů mezi osobními předpoklady žáka, charakterem kulturního artefaktu (učiva), kulturním kontextem a cíleným vzdělávacím vlivem.	Jaké jsou kulturně a mediačně podmíněné kvality výkonu žáků daného věku v určitém oboru?
Oborová didaktika jako studium edukačního procesu a jako teorie vyučování	Nezbytnou podmínkou učení kterémukoliv vědnímu nebo uměleckému oboru je jeho systematické sociální zprostředkování, které nabývá institucionální formy ve školním vzdělávání.	Didaktické kvality funkčních vztahů mezi učební úlohou, procesem jejího řešení a žákovským učením v akčním kontextu výuky vedené učitelem. Výzkumy jsou zaměřeny na plánování a projektování výuky, na výukový proces v oboru, na výsledky výuky (oborové znalosti, dovednosti, kompetence) atp.	Jak probíhá systematické sociálně zprostředkované utváření oborových znalostí, dovedností (kompetencí) a jaké jsou jeho překážky?
Oborová didaktika jako epistemologická analýza oboru	Obsah oboru není přístupný pro učení žáka, jestliže není didakticky transformován či rekonstruován do podoby, která funkčně vstupuje do didaktické komunikace (příznačným pojmem pro toto pojetí didaktiky je Shulmanova „didaktická znalost obsahu“).	Didaktické transformace mezi konceptem oboru a jemu odpovídajícími učebními úlohami. Výzkum je zaměřen na didaktický systém oboru.	Jak vysvětlovat didaktické transformace mezi konceptem oboru a učební úlohou a jak ověřovat či zdůvodňovat jejich správnost?
Oborová didaktika jako studium vztahů oborového vzdělávání k jeho společenskému okolí	Didaktika spoluutváří sociální pole pro dialog a rozvoj porozumění otázkám všeobecné vzdělanosti s ohledem na odborné disciplíny.	Transformace mezi oborovým vzděláváním a osobní nebo společenskou situací.	Jak vysvětlovat postavení, roli a funkce oboru v národní vzdělanosti a ve všeobecném vzdělávání v kontextu příslušného historického období a kulturního prostředí?

3 OBOROVÉ DIDAKTIKY NA VZESTUPU – IMPULSY PRO EMANCIPACI A ROZVOJ

Jak jsme naznačili výše, *oborové didaktiky* se nacházejí v silovém poli mezi *obecnou didaktikou* (resp. pedagogikou) a svými *mateřskými obory*. V edukační teorii a praxi se proto můžeme setkat s různými variantami oborových didaktik (např. oborová didaktika situovaná u pedagogiky; oborová didaktika situovaná u mateřského oboru). Z pohledu na historický vývoj je patrné, že konstituování *oborových didaktik* se odehrávalo v procesu emancipace, kdy *oborové didaktiky* postupně získávaly status relativně autonomních vědeckých disciplín. Pokud jde o impulsy pro rozvoj oborových didaktik, jako podstatné se jeví přinejmenším impuls profesionalizační a impuls kurikulární.

3.1 OBOROVÉ DIDAKTIKY A UČITELSKÉ VZDĚLÁVÁNÍ – IMPULS PROFESIONALIZAČNÍ

Podle Heursena (1984) je ještě v 60. letech 20. stol. v Německu patrná silná závislost na Wenigerovi a jeho *duchovědně orientovaném* chápání vztahu mezi oborovou didaktikou a obecnou didaktikou. Pozvolna se však začíná i v didaktikách prosazovat *empirický výzkum*. Oborové didaktiky se postupně začínají emancipovat od obecné didaktiky i od svých mateřských oborů v tom smyslu, že překonávají vztah „aplikační závislosti“. V souvislosti s posilováním autonomie oborových didaktik se hledají vhodné formy jejich institucionalizování. Vznikají instituce, jejichž poslání spočívá v podpoře některých oborových didaktik či jejich skupin (např. Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften v Kielu). Vedle toho jsou zakládány instituce (např. Zentralinstitut für Unterrichtswissenschaften und Curriculumentwicklung v Berlíně), jejichž programovým cílem je budovat společnou bázi pro didaktiky, které své obory přesahují směrem k širším oblastem.

Významný impuls pro rozvoj a emancipaci oborových didaktik přinášejí kurikulární reformy realizované v sedmdesátých letech 20. stol. (podrobněji k tomu viz níže). V reakci na „šok ze Sputnika“ přicházejí tyto reformy s postulátem „vědecky orientované školní výuky“. Určitá emancipace oborových didaktik od mateřských oborů je potřebná mj. proto, že oborová didaktika má mít hlavní slovo při výběru a legitimizování vzdělávacích obsahů – nemůže v tomto ohledu podlehnout diktátu oboru, naopak musí k němu být v distanci (srov. Heursen, 1984). Jak dále upozorňuje citovaný autor, přílišná vazba oborových didaktik na mateřské obory by mohla vést k tomu, že obor svoji didaktiku pohltí a uvrhne do role tzv. „Abbildungsdidaktik“, od níž se očekává, že bude jen technologií „zobrazování“ oborových poznatků ve školní výuce.

Na druhou stranu se poukazuje na to, že oborovým didaktikám se mnohdy nedaří přesahovat funkci technologického zprostředkování oborových obsahů. Převládá představa, že absolvent oborového studia je samo sebou pedagogicky kompetentní. Jak upozorňuje Heursen (1984), tato představa má své kořeny v německém novohumanismu. Po celé 19. století se udržuje názor, že oborová studia jsou pro učitele dostačující; pedagogika je součástí klasických filozofických studií. Oborově didaktická studia propojující obory s pedagogikou teprve čekají na své uvedení do univerzitního prostoru. Určité povědomí o potřebnosti oborových didaktik se dostává do hry až v souvislosti s prosazováním profesně orientovaného univerzitního vzdělávání učitelů (nejvýrazněji patrně v 70. letech 20. stol.). Oborové didaktiky začínají být

akceptovány ze strany oborů, které uznávají nutnost profesně orientované učitelské přípravy. Postupně se prosazuje *didaktika jako profesní věda pro učitele*. Jak vysvětluje Peterssen (1994), učitel potřebuje didaktickou teorii k tomu, aby mohl své jednání vztahovat k intersubjektivně uznaným měřítkům. Didaktická teorie se tak stává základnou (knowledge base) pro učitelovo jednání. Ze skutečnosti, že se oborové didaktiky etabloují na univerzitách, samo sebou nevyplývá, že jsou zde většinově vnímány jako autonomní vědní disciplíny.

Na druhou stranu, *oborová didaktika* má předpoklady pro to, aby se stala moderní vědou (Klingberg, 1994), neboť je nucena pracovat interdisciplinárně. To je dobrá vyhlídka pro oživení vztahu mezi obecnou didaktikou a oborovou didaktikou, do něhož se v poslední době začínají propracovávat koncepce *mezioborově srovnávací didaktiky* (Caillot, 2007), v angloamerické oblasti potom koncepce *komparativní psychologie vyučovacích předmětů – comparative psychology of school subjects*, resp. koncepce označovaná pojmem *pedagogical content knowledg* (Shulman, 1987; česky viz Janík, 2009c).

3.2 OBOROVÉ DIDAKTIKY A KURIKULUM – IMPULS KURIKULÁRNÍ

Jak uvádějí Hopmann a Riquarts (1999), významnou roli pro rozvoj didaktiky sehrálo prosazení modelu *státního plánování kurikula (staatliche Lehrplanarbeit)* na počátku 19. století. S pozdějším rozlišením centrálního *plánování kurikula (Lehrplanung)* a lokálního *plánování výuky (Unterrichtsplanung)* se otevřelo nové pole pro pedagogické interpretace učebních plánů. Citovaní autoři si v návaznosti na to kladou otázku týkající se vztahu mezi oborovou didaktikou a jejím „mateřským“ oborem. Dělitko mezi oborem a oborovou didaktikou podle nich nachází svůj výraz v dělitku mezi vědeckým věděním a školním věděním, a to nachází svůj výraz v dělitku mezi vědeckým oborem a školním oborem. S ohledem na tyto otázky bylo provedeno expertní šetření mezi oborovými didaktiky v Německu a ve Švýcarsku (Hügli, 1998), v němž se dospělo k těmto závěrům: Vztažným rámcem pro oborové didaktiky jsou školní obory, a nikoliv oborům odpovídající vědní disciplíny. Jak uvádí autor výzkumu: „Bylo by takřka jako vrozenou vadou, kdyby se oborovým didaktikům nepodařilo na akademické půdě institucionalizovat své vlastní referenční disciplíny – školní vědy (jak říkali herbartovci), které jsou samostatné a oddělené od vědních disciplín, aby si jejich prostřednictvím mohli oborové didaktikové vymezit svůj vlastní prostor mezi Scyllou a Charabdis, mezi školní pedagogikou a obory“ (Hügli, 1998 – cit. podle Hopmann, Riquarts, 1999, s. 13). V současné době existují různé podoby institucionalizace oborových didaktik – v některých případech shledáváme oborové didaktiky poblíž oborů, jinde poblíž obecné didaktiky (pedagogiky).

Hopmann a Riquarts (1999) uvádějí, že v anglosaském prostředí spadá problematika koncipování vyučovacích předmětů do oblasti *curriculum studies* (otázka organizace kurikula), zatímco otázky vyučování a učení jsou spíše záležitostí pedagogické psychologie, která se však málokdy zajímá o strukturu školního vzdělávání a o školní vyučovací předměty. Citovaní autoři dále upozorňují, že výzkumy zaměřené na problematiku utváření a účinnosti vyučovacích předmětů dnes mnohdy přesahují rámec *oborové didaktiky* v užším slova smyslu. Vedle *oborově didaktických výzkumů* se prosazují *transdisciplinárně didaktické výzkumy*, v nichž se na základě mezioborové komparace propracovává např. porozumění historii, utváření, strukturování či účinkům vyučovacích předmětů v rámci kurikula jako celku. Mnohé projekty *oborově didaktického výzkumu (a vývoje)* dle názoru uvedených autorů ztroskotaly, neboť jim v jejich „oborové čistotě“ málokdo rozuměl a téměř nikdo je nebyl schopen

aplikovat. Jako příklad uvádějí chemické kurikulum „Stoffe und Stoffumwandlung“ nebo přístup „Sprachhandlungsdidaktik“ ve výuce cizím jazykům.

Z uvedeného je patrné, že reflexe problémů kurikula představují výzvu pro všechny obory zúčastněné na školním vzdělávání (srov. např. komunikativní obrat v jazykovém vzdělávání, prosazování konstruktivistických přístupů v přírodovědném vzdělávání atp.). Jak ale uvádí Schneuwly (2005, s. 454), „nejsou to ani tak reformy samy o sobě, co přispívá k rozvoji oborových didaktik, jsou to především jejich limity, rozpory mezi očekáváním a realitou, jejich ztroskotávání, které je spojeno s nutností hledat nové formy reflexe podmínek vyučování a učení“.

4 DIDAKTIKY PŘÍRODNÍCH VĚD – VÝBĚR Z AKTUÁLNÍCH TRENDŮ

Výsledky mezinárodně srovnávacích výzkumů vzdělávání, jako jsou PISA, TIMSS, PIRLS, RLS, CIVED, SITES a jiné, vzbuzují v zemích OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) mimořádnou pozornost jak veřejnosti, tak expertů, mj. také z oblasti oborových didaktik. Následující odstavce přináší odpověď na otázku, jaké důsledky byly v oblasti oborových didaktik vyvozeny z výsledků výzkumu PISA⁵ v Německu. Jako podkladový materiál nám posloužila práce *Konsequenzen aus PISA: Perspektiven der Fachdidaktiken – Důsledky vyvozené z PISA: perspektivy oborových didaktik* (Bayrhuber et al., 2004). Jde o koncepční materiál, o jehož vznik se zasloužila německá *Společnost pro oborovou didaktiku – Gesellschaft für Fachdidaktik* (<http://gfd.physik.hu-berlin.de>).

Na tomto místě stručně představíme závěry, k nimž se v Německu dospělo na základě reflexe výsledků PISA v oblasti přírodovědného vzdělávání. Přírodovědné vzdělávání patří mezi jednu z nejčastěji a nejdůkladněji zkoumaných oblastí všeobecného vzdělávání. Při návrhu nové koncepce přírodovědné výuky se tak lze opírat o výsledky empirického výzkumu, které dále s odkazem na práci Eilke et al. (2004) stručně shrnujeme:

- **Zájem žáků o přírodní vědy na nižším sekundárním stupni dramaticky klesá** – zatímco děti v předškolním a mladším školním věku projevují velký zájem o přírodu, v průběhu docházky na nižší sekundární školu (u nás 2. stupeň ZŠ) dochází k dramatickému poklesu tohoto zájmu. Výzkumně je dokumentován značný pokles zájmu dětí o fyziku a chemii, v poněkud oslabené formě i o biologii a zeměpis. Zatímco u dívek klesá výrazněji a dříve zájem o fyziku a chemii, u chlapců je evidentní pokles zájmu o biologii. Malý zájem o přírodovědné předměty souvisí s nedobrymi výsledky německých žáků ve výzkumech přírodovědného vzdělávání. Otázkou je, jak reagovat na pokles zájmu o přírodovědné předměty. Perspektivy se otevírají ve dvou oblastech: (a) při vytváření učebních plánů, (b) při realizaci samotné výuky. Výzkumně je doloženo, že nezájem žáků o určité výukové téma je způsobován nedostatkem autonomie při učení, chybějícím strukturováním učiva, chybějící zpětnou vazbou o pokroku při učení, chybějícím prožitkem žakovské kompetence ve

⁵PISA – Programme for International Student Assessment (Mezinárodní program pro hodnocení žáků) je výrazem odhodlání zemí OECD monitorovat výstupy vzdělávacích systémů v mezinárodním srovnávání na základě měření vzdělávacích výsledků žáků. Výzkum PISA probíhá ve tříletém cyklu a zaměřuje se střídavě na čtenářskou, matematickou a přírodovědnou gramotnost u patnáctiletých žáků. Relevantní výsledky těchto (a dalších) výzkumů za Českou souhrnně představuje Straková (2010).

smyslu „dokážu to“. Na druhou stranu na zvýšení zájmu působí společenská důležitost tématu, jeho význam pro budoucí život žáků, jeho smysluplnost a také prožitek autonomie při učení.

- ***Představy žáků jako klíč k učení*** – výzkum poukazuje na souvislost mezi oborově specifickými představami žáků a jejich schopnostmi řešit testové úlohy. Naivní představy o přírodních jevech, s nimiž žáci do školy přicházejí, často významně ovlivňují procesy vyučování a učení, neboť ve škole vstupují do konfrontace s vědeckými představami, které zde prezentují učitelé. Tato konfrontace představ je výchozím momentem pro konceptuální změnu, kdy žák (re)konstruuje svoji původní (naivní) představu v oborově adekvátní (vědeckou) představu. Diagnostikování žákovských představ se tak stává jedním z významných úkolů učitele, pro něž je třeba jej dobře připravit.
- ***Schopnost komunikovat jako cíl vzdělávání*** – přírodovědné vzdělávání je součástí všeobecného vzdělávání. Je-li úkolem všeobecně vzdělávací školy připravit žáky na to, že jednou budou (spolu)rozhodovat o věcech veřejných, je třeba klást si otázku, čím je pro tuto úlohu vybavují jednotlivé vyučovací předměty. Ve výzkumu PISA se pracuje s koncepcí přírodovědné gramotnosti (scientific literacy), jejíž nejvyšší stupeň spočívá ve schopnosti spolurozhodovat o přírodovědných problémech ve společenských souvislostech. Tak nabývá na významu i schopnost komunikovat, jako jeden z cílů (nejen) přírodovědného vzdělávání. Má-li výuka přispívat k rozvíjení schopnosti žáků komunikovat o/v přírodovědných otázkách, je žádoucí sledovat mimo jiné tyto výukové cíle: (a) porozumění přírodovědným textům, (b) prezentace přírodovědných problémů a jejich řešení; (c) autonomní diskuse o přírodovědných tématech; (d) hodnocení přírodovědného a technického vývoje ve společenských souvislostech. Pro oborově didaktický výzkum se zde otevírá otázka, jak monitorovat a hodnotit nabývání této kompetence u žáků.
- ***Žákovské (školní) experimenty „samy o sobě“ nepodporují ani porozumění přírodovědným obsahům, ani myšlenkové postupy a způsoby práce v přírodních vědách, ani zájem žáků*** – experiment je fundamentálním myšlenkovým postupem a způsobem práce v přírodních vědách. Jde o záměrnou manipulaci s určitými jevy, která je vedena teorií. Experimentování napomáhá porozumět přírodním jevům a dějům a pochopit jejich podstatu. O to naléhavější je problém, který se ukázal ve výzkumu PISA, že němečtí žáci mají velké problémy při interpretování výsledků experimentů či jiných nálezů. Experimenty mechanicky předváděné učitelem, krok po kroku, jako podle receptu, málo přispívají k hlubšímu porozumění, k rozvíjení dovedností žáků aplikovat získané poznatky, umět si položit otázku a vyvodit závěry z pozorování. Za jakých okolností lze experimenty smysluplně začlenit do přírodovědné výuky? Experimenty by měly vycházet z prostředí, v němž žáci žijí, a mělo by se při nich využívat žákovských představ (prekonceptů), aby žáci mohli sami generovat hypotézy a ověřovat je formou experimentů. To pro učitele znamená více pracovat s představami žáků a v rovině metodické potom variovat výuku mezi otevřenými a strukturovanými formami výuky, mezi vnějším a vnitřním řízením učebního procesu. Nejde zde ani tak o prosazení požadavku na zvýšení časové dotace pro výuku přírodovědných předmětů, jako spíše o fundamentální proměnu v tom, jak učitelé o výuce uvažují, jak ji plánují a realizují.

- **Vytváření modelů** a práce s nimi – to jsou klíčové postupy při vytváření teorií v moderních přírodních vědách. Z tohoto důvodu našly modely a modelování své místo i v přírodovědné výuce na školách. Modely se ve výuce uplatňují zejména tam, kde není možné dané objekty přímo pozorovat. Protože modely mohou zprostředkovat vždy jen část reality, neobejde se práce s nimi bez abstraktního myšlení žáků. Výzkumy ukazují, že žákům dělá problém právě tato abstrakce, což má dopad na (ne)porozumění tomu, co model ztvárňuje. Celkově vzato se modelování v pravém slova smyslu ve výuce příliš nevyužívá. Je to způsobeno patrně tím, že učitelé pro ně nejsou dostatečně oborově didakticky vybaveni a chybí jim znalosti o tom, jakým učebním potenciálem disponují žáci. Výsledkem je, že modelování jako kognitivní aktivita žáka zpravidla není ve škole rozvíjeno.
- **Myšlenkové postupy a způsoby práce v přírodních vědách jako součást přírodovědné gramotnosti** – výzkum PISA odhalil, že problémy německých žáků nesouvisí jen s nedostatečnými znalostmi a s porozuměním přírodovědným obsahům, ale týkají se také myšlenkových postupů a způsobů práce, které se v přírodních vědách uplatňují. Problémy žákům dělá např. pozorování dle zadaných kritérií, porovnávání, experimentování, stejně jako další dovednosti instrumentální povahy (např. práce s mikroskopem či měření). Ve snaze řešit tyto problémy jsou navrhovány modely (struktury) kompetencí, jejichž dosahování žáky lze v průběhu školní docházky monitorovat a hodnotit. Monitoring a hodnocení toho, v jaké kvalitě a za jakých podmínek žáci dosahují požadovaných kompetencí, má do jisté míry povahu oborově didaktického výzkumu vyučování a učení, jehož výsledky mohou být využívány pro zvyšování kvality/efektivity školního vzdělávání. Základem pro rozvíjení kompetencí, které jsou vázány na myšlenkové postupy a způsoby práce v přírodních vědách, jsou jednak znalosti o věcných vztazích, jednak specifické dovednosti (např. dovednost položit si otázku z oblasti přírodních věd, dovednost identifikovat přírodovědný důkaz, dovednost vyvodit závěry z pozorování, dovednost interpretovat data). V průběhu školní docházky jde o to, rozvíjet tyto kompetence u žáků kumulativně. To znamená vertikálně (napříč jednotlivými ročníky) propojovat znalosti a dovednosti žáka a v přibývajícím směru je diferencovat. I zde se otevírají výzvy pro oborově didaktický výzkum, které spočívají ve vytváření modelů, které by ukazovaly, jak se budou u žáků kompetence rozvíjet v průběhu času.
- **Kompetence k řešení problémů je založena na oborových znalostech a dovednostech** – řešení problémové úlohy v rámci určitého oboru předpokládá, že žák disponuje oborovými znalostmi a dovednostmi, které jsou nezbytné k jejímu řešení. Učení je chápáno jako aktivní konstruování znalostí v určité věcné oblasti. Úspěšní řešitelé problémů v rámci určitého oboru disponují rozsáhlými oborovými znalostmi, které jim umožňují hlubší a lepší porozumění problému a tím jeho fundovanější řešení.
- **Nová média „sama o sobě“ učení nepodporují** – jde o to, jakým způsobem média do výuky nasazovat. Výzkumy poukazují na komplexní souvislosti nasazení médií do výuky. Druh média by měl být adekvátní učebnímu cíli – zatímco hypermédia jsou vhodná pro získávání expertních znalostí, programy typu „drill-and-practice“ jsou vhodné pro zprostředkovávání a upevňování faktických znalostí. Žáci s rozsáhlými znalostmi ke studovanému tématu profitují více při neřízeném učení se z hypermédií, naproti tomu pro žáky,

kteří disponují pouze malými znalostmi ke studovanému tématu, je vhodnější řízené učební prostředí a redukce komplexity učiva. Otevřené učební úlohy podporují transfer znalostí, naopak faktické znalosti jsou podporovány prostřednictvím úzce formulovaných učebních úloh, které se zaměřují na jasné cíle. Úspěch v učení vyžaduje úsilí. Odhodlanost namáhat se je vyšší při práci s obtížným médiem (např. text), než při práci s méně obtížným médiem (např. film).

4.1 PROBLÉMY PŘÍRODOVĚDNÉHO VZDĚLÁVÁNÍ A JEHO DIDAKTIKY

Zatímco v humanitních a sociálních vědách se nadoborová dimenze projevuje spíše na úrovni porovnávání a propojování výsledků oborových výzkumů a přístupů a postupného hledání společného (viz např. časopis *Zeitschrift für Didaktik der Gesellschaftswissenschaften*), v přírodních vědách se projevuje více už na úrovni dokumentů, které se vztahují ke vzdělávacím standardům a strategiím.

Tyto obory se potýkají s klesajícím zájmem mladé generace. Možná je to právě v tomto ohledu společný osud, který je vede k větší spolupráci a nadoborovosti. Irzik a Nola (2010) trefně popisují obtíže ve vymezení toho, jaká je povaha vědy. Podle nich pokusy filosofů, historiků, sociologů a teoretiků vzdělávání selhaly proto, že věda je tak rozsáhlá a dynamická a vědní disciplíny se natolik liší, že je obtížné jasně vymezit rysy, které jsou společné všem vědním disciplínám. To činí vědu s velkým V, tedy vědu jako lidské usilování a směřování, studentům poměrně vzdálenou a neuchopitelnou. Postupně se proto začal prosazovat tzv. konsenzuální pohled (Lederman, 2004; Khishfe, Lederman, 2006; Osborne et al., 2003) na povahu vědy, jehož cílem je poskytnout všeobecné porozumění tomu, co to je věda; porozumění, které bude užitečné a přístupné žákům a studentům základních a středních škol.

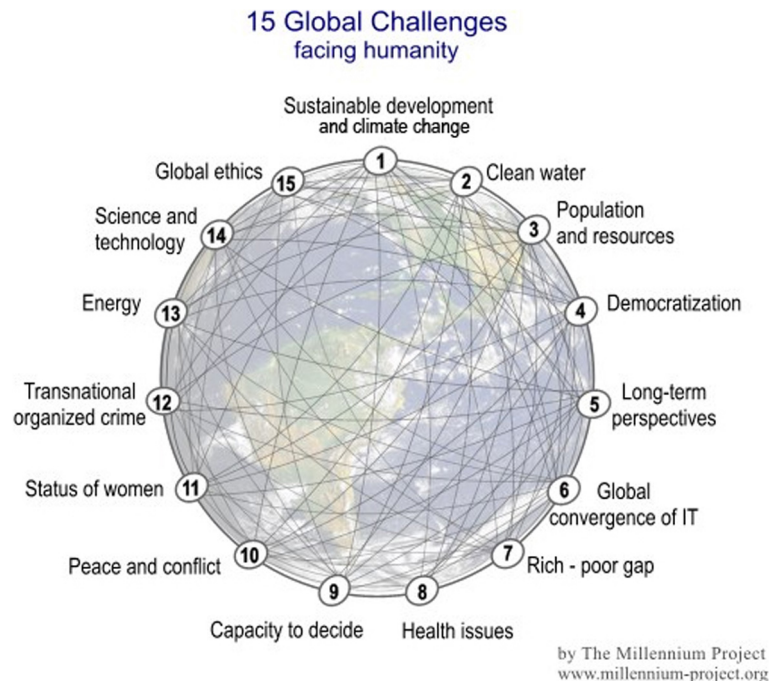
Podle tohoto pohledu vládne souhlas u těchto charakteristik přírodních věd (science): empirická povaha poznání (vychází z pozorování a experimentů); spolehlivost, leč předběžnost (neustálá proměna, tudíž nic není absolutní a zcela jisté); přírodovědné poznání je zčásti výsledkem lidské představivosti a tvořivosti (bez ní by se nemohlo rozrůstat); je zatíženo teoriemi a je subjektivní (tzn. je ovlivňováno přesvědčeními, zkušenostmi, ale i předpojatostí vědců); je sociálně a kulturně zakotvené (tj. ovlivňované sociálním a kulturním kontextem). A konečně, neexistuje žádná jednotlivá metoda, která by neustále poskytovala zaručené poznatky. Často k těmto charakteristikám bývá ještě přidáváno toto: přírodní vědy jsou teoretické a explanatorní, existuje rozdíl mezi pozorovaným a vyvozeným, mezi zákony a teoriemi; vědecké hypotézy jsou testovatelné a nakonec a zároveň především, věda je schopna sebekorekce.

Pomocí žákům a studentům porozumět povaze přírodních věd vede přirozeně k nadoborovým tématům, která už pronikla do všeobecného povědomí oborových didaktik přírodních věd jako témata naléhavá a rozhodující pro „obrat (zájmu) k přírodním vědám“.

Rozsáhlá komparativní studie stavu přírodovědného vzdělávání v zemích EU (zpráva pro Nuffieldovu nadaci; Osborne a Dillon *Science Education in Europe: Critical reflections*, 2008) se pokoušela odpovědět na otázku, jaké jsou hlavní problémy přírodovědného vzdělávání. Konstatuje, že situace je napříč Evropou obdobná a největšími problémy jsou tyto:

- závažnost tohoto vzdělávání je podceňována, chybí pochopení významu učiva pro každodenní život;

- stávající přístupy k výuce žáky a studenty neoslovují, je nutné je změnit;
- dívky mají o přírodovědné obory menší zájem a méně si volí profesní kariéru v těchto oblastech;
- je třeba proměnit kurikulum tak, aby bylo více spojeno s problémy, které lidstvo v současnosti opravdu tíží (změny podnebí, zásoby vody, produkce potravin, získávání a spotřeba energie atd. – viz též obr. 1 The Millenium Project).



Obr. 1

Následovala zpráva EU o změnách potřebných k žádoucí proměně přírodovědného vzdělávání „Science Education NOW“ (ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf). Formulovala tato doporučení:

- Doporučení 1: Odborníci v decizní sféře musí požadovat patřičné kroky k realizaci změn v přírodovědném a matematickém vzdělávání – na místní, regionální, státní i evropské úrovni.
- Doporučení 2: Je třeba inovovat pedagogické metody. Potřebujeme zavádět badatelsky orientované způsoby práce se žáky ve výuce a vzdělávat učitele tak, aby dokázali tyto metody práce s žáky ve výuce efektivně používat. Tyto metody je třeba aktivně prosazovat a podporovat vytváření a rozvíjení učitelských sítí a jejich spolupracovníků z univerzit, vědeckých institucí a praxe.
- Doporučení 3: Je nutné věnovat pozornost zvyšování zájmu dívek o přírodovědné a matematické vzdělávání.
- Doporučení 4: Je nezbytné zajistit participaci měst a komunit na inovaci přírodovědného a matematického vzdělávání.

- Doporučení 5: Je třeba dbát o návaznost mezi aktivitami na regionální úrovni a aktivitami na úrovni Evropské unie (např. programy Pollen a Sinus-Transfer).
- Doporučení 6: Měla by být ustavena European Science Education Advisory Board zahrnující zástupce všech zainteresovaných stran a měla by být podporována Evropskou komisí v rámci programu Věda ve společnosti (Science in Society)⁶.

Druhé doporučení odkazuje na oblast, jíž je v didaktice přírodovědného vzdělávání věnována mimořádná pozornost, a to je badatelsky orientovaná výuka (inquiry based science education).

5 BĀDÁNÍ JAKO EFEKTIVNÍ ZPŮSOB UČENÍ (NEJEN V PŘÍRODOVĚDNÉM VZDĚLÁVÁNÍ)

Obtížně přeložitelný termín „inquiry“ – bādání, zkoumání, ale také hledání pravdy – se v posledním desetiletí stal mimořádně populárním pro označení žádoucích změn ve vzdělávání. O tzv. „inquiry-based education“ (dále také IBSE) se hovoří tak často a s takovou samozřejmostí, že je s ním spojováno velké očekávání. Na druhé straně se objevují pochybnosti, zda tento pojem označuje něco opravdu nového v procesech učení a vyučování, nebo jen jiným způsobem zdůrazňuje aspekty něčeho, co pedagogická praxe de facto dlouhou dobu realizuje.

V pedagogické a pedagogicko-psychologické literatuře se studium procesů, které anglicky psané prameny označují jako inquiry, objevuje poměrně dlouho. Sokratovský dialog o osobně významných jevech je vlastně prototypickou cestou bādání. Mnoho velkých jmen v pedagogice i psychologii je spojeno se studiem nebo podporou procesů „bādání“ v průběhu lidského kognitivního vývoje i utváření osobnosti. Mezi tyto myslitele nepochybně patří J. Dewey, L. S. Vygotsky, J. Piaget, D. Ausubel. Nikdo z nich ale programově nepoužíval termín „bādání“. Výjimkou by mohl být M. Lipman, který je považován za zakladatele tzv. Philosophy for Children (méně přesně, ale snad výstižněji přeloženo jako filosofování s dětmi). On hovoří o tzv. „community of inquiry“, společenství žáků a učitele, které společně bādá a hledá pravdu. Hlavním cílem má být rozvoj kritického myšlení, které umožňuje dobré usuzování, protože se opírá o logická kritéria, je sebekorektivní a citlivé na kontext, bere v potaz výsledky bādání druhých.

Inquiry je vymezováno mnoha různými způsoby, důležité je to, v čem se překrývají. „Inquiry je cílevědomý proces formulování problémů, kritického experimentování, posuzování alternativ, plánování, zkoumání a ověřování, vyvozování závěrů, vyhledávání informací, vytváření modelů studovaných dějů, rozpravy s ostatními a formování koherentních argumentů“ (Linn, Davis, Bell, 2004, s. 15).

Česká komunita pedagogů a psychologů zaznamenala termín inquiry poměrně brzy poté, co začal být výrazněji používán v zahraničí. Např. v překladovém anglicko-českém slovníku (Mareš, Gavora, 1999) se objevuje inquiry teaching, které je překládáno jako vyučování bādáním, objevováním. V české literatuře se ale tento termín neujal. Spíše se používaly termíny částečně zachycující to, co se odehrává při inquiry – bādání, hledání pravdy, v rovině tzv. aktivizujících metod výuky, např.

⁶To už bylo zčásti zahájeno v rámci 7RP, SiS – pozn. autorů.

heuristická metoda, řešení problémů, nebo v rovině tzv. komplexních výukových metod, např. kritické myšlení, projektová výuka, učení v životních situacích atd. Pokud se hovořilo o učení objevováním, bylo často spojováno s konstruktivistickou metodou a z hlediska forem, v nichž takové objevování probíhalo, pak s kooperativním učením.

Důležité je na tomto místě připomenout, že cílem IBSE je zprostředkovat žákovi a studentovi ono výše zmiňované porozumění tomu, co to je (přírodní) věda. Proto je tak velký důraz kladen i na závěrečnou část celého procesu objevování – tj. rozpravy s ostatními a formování koherentních argumentů (jak bude uvedeno níže).

V anglicky psaných pramenech se pojem inquiry začal více objevovat od 60. let 20. stol. Prvenství jeho užívání v pedagogickém kontextu bývá připisováno J. R. Suchmanovi, který popisoval tzv. rozporné situace (situace, kdy se věci dějí tak, že to odporuje studentovu dosavadnímu porozumění světu, např. mince plave na hladině vody). Tyto situace vzbuzují touhu „přijít věci na kloub“, která je základem pro bádání.

Přínosy a omezení IBSE popsala řada autorů, podrobně je rozebírají Edelson, Gordín a Pea (1999). Jejich komentář bychom mohli stručně shrnout takto:

Přínosy ISBE:

- vytváření obecné schopnosti hledat a objevovat
- vytváření speciální schopnosti a dovednosti potřebné pro zkoumání
- zlepšené porozumění vědeckým pojmům
- objevování vědeckých principů
- zvýšení citlivosti na nedostatky ve vlastních znalostech a jejich doplňování cestou systematického zkoumání, upřesňování a využívání dosavadních znalostí

Obtíže při zavádění IBSE:

- motivace studentů
- dovednosti studentů potřebné pro zkoumání
- zázemí studentských dosavadních znalostí
- omezení možné realizace – čas, zdroje, učební plány atd.

Určité množství rozporů v názorech na to, zda by na bádání orientované přírodovědné vzdělávání mohlo, či nemohlo být přínosem, souvisí se skutečností, že samotný pojem „bádání“ používá ohromné množství autorů, aniž by došlo k přesnému vymezení, co se pod ním skrývá. Inquiry samo je na mnoha místech vymezeno, IBSE nikoli. Největší množství nedorozumění je spojeno s tím, jak je bádání vymežováno z hlediska vnějšího řízení učitelem.

Jistou orientaci poskytuje dělení, které uvádí Eastwell (2009):

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

V pregraduální přípravě učitelů by bylo samozřejmě žádoucí, kdyby se dařilo budoucí učitele vybavit dovednostmi a postoji potřebnými pro realizaci IBSE. Stávající realita tak nevypadá, a to nejenom u nás. „Studenti učitelství se stávají pouhými duplikátory stávajících metod namísto těch, kdo zkoumají vyučování a uvádějí do pohybu učení žáků,“ (Foss, Kleinsasser, 1996, s. 430). V rámci zkoumání možností zavádět IBSE je v poslední době intenzivně studován i proces vedení žáků k správné argumentaci. Nestačí jen předkládat problémy a nechat o nich děti mluvit a diskutovat, argumentace musí být explicitně vyučována, výuka argumentace v přírodovědných předmětech a v matematice je obtížnější než u sociálně vědeckých témat nebo u témat společenských, u nichž se děti mohou opřít o osobní zkušenosti nebo o zkušenosti získané neformálně v sociální komunikaci (Erduran, Osborne, Simon, 2007, aj.)

6 ZDROJE INSPIRACE PRO ROZVOJ OBOROVÝCH DIDAKTIK Z JINÝCH OBORŮ

S ohledem na rozsah textu zmíníme pouze dvě hlavní inspirace přicházející z (pedagogické) psychologie a ze sociologie. Psychologie a neuropsychologie shromáždily v posledním čtvrtstoletí neuvěřitelné množství nových poznatků o kognitivní architektuře lidské mysli, a pochopitelně tak vzbudily množství otázek o tom, nakolik je toto poznání bezprostředně využitelné v pedagogické praxi.

Problematika konceptuální změny, tzv. horké (neboli emocemi „zahřáté“) kognice, hloubky kognitivního zpracování informace ve vztahu k zapamatování, mentálních reprezentací a modelů, metakognice a řada dalších, to vše jsou oblasti, které mohou oborovým didaktikám mnohé nabídnout. Stejně tak v motivačně afektivní oblasti pokroky v poznání emoční regulace a jejího vztahu ke způsobu zpracování informace, poznání vnitřní motivace, autoregulace a sebedeterminace, posun motivační psychologie od paradigmatu výkonové motivace k motivaci kompetenční napovídají, že snaha přejít k badatelskému vyučování, vést budoucí učitele ke konstruktivistickým východiskům jejich subjektivních teorií vyučování má svoji „psychologickou logiku“. Ne náhodou se na stránkách *Educational Psychologist* v roce 2006 rozhořela vášnivá diskuse o způsobu a míře řízení žákova učení (Kirschner, Sweller, Clark, 2006 a další).

Podobně inspirující mohou být pro rozvoj oborových didaktik poznatky sociální psychologie a sociologie. Zajímavé jsou určitě poznatky o proměně životního stylu a preferencích tzv. generace Y, hovoří se o generaci c, či net-generaci, a odkazuje se nejen na jejich sociální zakotvení, hodnotové preference, ale i na způsob, jakým pracují s informacemi, a bývá upozorňováno na změny v jejich kognitivních procesech (na úrovni konceptualizace, kognitivní zátěže, mentální reprezentace atd.).

7 OBOROVÉ DIDAKTIKY DOMA – POZNÁMKY K AKTUÁLNÍ SITUACI V ČESKÉ REPUBLICĚ

Není v možnostech této studie a v silách autorů rekonstruovat vývoj a posoudit stav oborových didaktik v České republice. Na tomto místě odkazujeme k publikacím, v nichž lze informace k vývoji a stavu oborových didaktik nalézt – vybíráme z nich ty, které sledují oborové didaktiky v širší nadoborové perspektivě.

Přibližně šedesátiletý vývoj (oborových) didaktik v Československu a v České republice je zpracován ve studiích Maňáka (1969, 2005), Kotáska (2004, 2005), aktuální situaci těchto oborů hodnotí Skalková (1996), Rýdl (2004), Janík (2004), Slavík (2005), Pupala (2009) a mnozí další autoři. Z uvedených studií je patrné, že zatímco 50. a 60. léta 20. stol. byla obdobím konstituování oborových didaktik, v letech 70. a 80. se výrazně prohlubovala jejich metodologie a zpřesňovalo se vymezení jejich předmětu. Pro 90. léta je typická diskontinuita vývoje, kdy dochází k oslabení pozice oborových didaktik. O poznání příznivěji se jeví vývoj oborových didaktik na přelomu 20. a 21. století, kdy někteří autoři (např. Slavík, 2005) poukazují na to, že se utváří nové paradigma oborových didaktik (viz k tomu také monotematické číslo časopisu *Pedagogika 2/2009* s názvem *Oborové didaktiky a kurikulum*).

Oborové didaktiky mají ambici rozvíjet se nikoliv jen v úzké vazbě na oblast školní edukace, ale širě jako antropologicky pojaté metavědy rozklenuté nad svými obory a sférou edukace, socializace, enkulturace apod. Předpokládá se, že v tomto pojetí by se oborové didaktiky mohly úspěšně etablovat v akademickém prostředí, odkud by mohly lépe naplňovat své „původní“ závazky ve vztahu ke školní výuce, k tvorbě kurikula a k profesní přípravě učitelů. Prosazuje se přesvědčení, že oborové didaktiky je žádoucí rozvíjet na transdisciplinární základně, kde se vedle hledání toho, co je pro didaktiky jednotlivých oborů specifické, usiluje také o hledání toho, co je jim společné.

Významný impuls pro konstituování oborových didaktik ve výše naznačeném duchu představují aktuální snahy *Akreditační komise MŠMT ČR. Akreditační komise* (AK) na přelomu let 2009 a 2010 prováděla hodnocení doktorských studijních programů z oblasti oborových didaktik přírodních věd. Cílem tohoto hodnocení bylo komplexně posoudit kvalitu realizace takto zaměřených studijních oborů a formulovat doporučení pro jejich žádoucí perspektivní směřování. Výsledky jsou shrnuty ve *Zprávě o hodnocení doktorských studijních programů z oblasti oborových didaktik přírodních věd*. Hlavní závěry jsou tyto:

- „AK konstatuje mezi hodnocenými doktorskými studijními programy z oblasti oborových didaktik přírodních věd v oblasti různou kvalitu, různé přístupy a různé problémy. Celkově zkušenosti z hodnocení na jednotlivých pracovištích vedou AK k pochybnostem, zda se v některých případech neztratilo ze zřetele hodnocených pracovišť, co je smyslem tohoto studia a jak lze posuzovat jeho kvalitu.
- Cílem studia doktorského studijního programu v oborových didaktikách přírodních věd je příprava na samostatnou tvůrčí a vědeckou činnost v oboru, tj. v oborové didaktice. Oborová didaktika (OD) není volným konglomerátem oboru na straně jedné a věd o výchově a vzdělávání na druhé straně, musí být prorůstáním obojího, které vytváří novou kvalitu.
- Největší obtíže hodnocených pracovišť souvisí s tím, že oborové didaktiky jsou v národním měřítku velmi mladé disciplíny a dosud nezískaly plnohodnotné postavení v rámci struktury DSP. To se projevuje na jedné straně nízkou kvalitou výstupů těchto studií na řadě pracovišť – slabou evropsky srovnatelnou publikační činností, metodologickými problémy disertačních prací, nedostatečnou profilací vědeckých škol, slabou spoluprací odborné komunity projevující se mj. i v tom, že chybí jasná, všeobecně sdílená a akceptovaná kritéria kvality, jako je tomu u tradičních studijních oborů. Tuto roli ovšem nemůže suplovat AK, hlavní odpovědnost mají hodnocená pracoviště, která de facto tvoří jádro odborné komunity v jednotlivých oborových didaktikách.

- Na druhé straně chybí adekvátní vnější podmínky pro další rozvoj těchto oborů – specifické výstupy (např. učebnice, národní kola olympiád) nejsou relevantními výsledky vědeckovýzkumné činnosti, chybí vhodné národní grantové schéma pro tento typ odborné činnosti (většina výzkumu má spíše aplikovaný charakter).
- Do budoucna by se podmínky ve studiu oborových didaktik měly stále více podobat standardním podmínkám doktorského studia – tj. studium zajišťuje jedno pracoviště se vši potřebnou vědeckou kompetencí. AK zastává názor, že v budoucnu by konsorciální model (tj. společné programy více pracovišť) žádosti o akreditace neměl být upřednostňován a měl by být dočasným řešením. AK předpokládá omezený počet pracovišť, spolupráce dalších pouze formou externích školitelů (tento model by měl do budoucna nahradit současná konsorcia, která vznikla jako „startovací řešení“). Doktorské studium v oblasti oborových didaktik nebude masovým studiem, musí být zaměřeno na rozvoj oborových didaktik jako svébytných vědních disciplín.
- Hodnocení pracovišť bude vycházet z množství a kvality realizované vědecké práce v oboru – množství projektů a publikací mezinárodního dosahu, vlivu na oborově didaktické myšlení a jeho aplikací v ČR (rozvíjení paradigmat myšlenkových škol, teoretických přístupů, vzdělávání učitelů, tvorba učebnic, další didaktické aktivity), kvality prací absolventů – z hlediska adekvátnosti tématu (oborová didaktika jako vědecká disciplína, ne suplování oboru nebo pedagogiky, srovnatelnost s klíčovou problematikou v mezinárodním měřítku, odraz reálných potřeb pedagogické praxe v ČR), kvality metodologického zpracování (adekvátní řešení vědeckého problému, nikoli akční výzkum), celkové úrovně řešení (a publikovatelnými původními výsledky), počtu a uplatnění absolventů – včetně jejich dalšího odborného působení.
- AK předpokládá další aktivitu odborné komunity tak, aby bylo možné precizovat sdílené odborné povědomí kvality doktorských programů v jednotlivých přírodních vědách (např. typy renomovaných výstupů v matematice, biologii, chemii atd.) Při dalších akreditacích tak bude zohledňována kvalita daného pracoviště vzhledem k výše uvedeným obecným kritériím kvality, ale i vzhledem k již dosažené úrovni kvality ostatních podobně zaměřených pracovišť.
- AK upozorňuje, že uvedená konstatování a obecné závěry jsou platné pro všechny oborové didaktiky – nejen pro přírodní vědy. Vysoké školy by k nim měly přihlédnout při akreditaci a uskutečňování doktorských programů.“ (Citováno ze Zápisu č. 02–10 ze zasedání Akreditační komise 12.–14. dubna 2010, Hejnice, s. 50–51)

V návaznosti na uvedené hodnocení bylo uspořádáno sympozium *Oborové didaktiky: bilance a perspektivy* na 18. výroční konferenci *České asociace pedagogického výzkumu* (8. 9. 2010 na Fakultě přírodovědně-humanitní a pedagogické TU v Liberci). Organizátoři sympozia požádali o referáty vůdčí představitelé didaktik těch oborů, jež reprezentují základní oblasti lidského vědění a klíčové způsoby setkávání se světem (český jazyk a literatura, cizí jazyky, matematika, přírodovědné předměty – exemplárně fyzika, společenskovední předměty – exemplárně dějepis, esteticko-výchovné předměty). Vzhledem k tomu, že referující za jednotlivé oborové didaktiky působí v roli předsedů oborových rad didakticky zaměřených doktorských studijních programů či zastávají ve svých oborech obdobně významné pozice, předpokládalo se, že v sympoziu vystoupí jako „mluvčí svých komunit“ a přednesou

hlavní myšlenky příslušných „programových prohlášení“. Cílem sympozia bylo analyzovat současný stav a perspektivy didaktik v rámci zvolených oborů s akcentem na domácí vývoj a mezinárodní kontext. Bylo předneseno šest analyticky zaměřených koncepčních přehledových referátů, v nichž byly analyzovány základní vývojové tendence i aktuální problémy jednotlivých oborových didaktik.

V rámci referátů za jednotlivé obory byly rozebírány dva hlavní impulsy rozvoje oborových didaktik – impuls profesionalizační a impuls kurikulární. Ukázalo se, že působení je obousměrné: profesionalizace a tvorba kurikula může dynamizovat rozvoj oborových didaktik, a v obráceném gardu oborové didaktiky mohou dynamizovat (a fundovat) profesionalizaci a tvorbu kurikula. V závěru sympozia se diskutující propracovali ke shodě na tom, že odborným aktivitám v oblasti oborových didaktik je třeba dát rozvrh a řád. Bylo přislíbeno, že v návaznosti na konané symposium bude vydáno monotematické číslo časopisu *Pedagogická orientace*, které uveřejní vyžádané referáty a zachytí navazující diskuse. Dále se uvažovalo o přípravě kolektivní monografie, která by v mezioborově komparativní perspektivě bilancovala stav a naznačovala vývoj didaktik jednotlivých oborů. Zazněla úvaha o zřízení sítě pro oborově didaktický výzkum v rámci ČAPV a o ustavení pracovní skupiny pro oborové didaktiky při Akreditační komisi MŠMT ČR. Ustavení této skupiny se stalo skutečností – dovoluujeme si doufat, že je současně příslibem koncepční práce v oblasti didaktiky.

8 ROZVAHA ZÁVĚREM

Na závěr studie o oborových didaktikách se sluší připojit několik (sebe)kritických poznámek. Z analýzy vývoje a současného stavu oborových didaktik je patrné, že do komunity oborových didaktiků je průběžně směřována řada kritických výpadů, a to jak ze strany pedagogické teorie a praxe, tak ze strany mateřských oborů. Kritika na jednu stranu vyvolává nejistotu, na druhou stranu dynamizuje rozvoj didaktického myšlení. Součástí kritiky je i sebekritika, jež je formulována samotnými představiteli oborových didaktiků.

V celkovém pohledu se zdá, že jedním z podstatných problémů je nízké sebevědomí oborových didaktiků. Hopmann a Riquarts (1999) k tomu uvádějí: „... představitelé oborových didaktik nejsou přesvědčeni o zvláštním významu svého oboru ... oborovým didaktikám není připisován velký význam pro rozvoj školy a výuky ... oborově specifická témata hrají malou roli při posuzování tendencí budoucího rozvoje školy a výuky; zdá se, že větší důraz je kladen na obecně didaktický diskurz (potřebujeme více individualizovanou výuku apod.), než na oborově specifická témata ... neuspěli jsme, když jsme oborovým didaktikům předložili některé kontroverzní otázky (např. zda vyučovat dějepis chronologicky vs. tematicky) – odpovídali: Chceme obojí“ (Hopmann, Riquarts, 1999, s. 14). Autoři formulují závěr v tom smyslu, že disciplína, která nevěří ve svoji vlastní účinnost a nepřipisuje disputacím uvnitř oboru praktickou relevanci, působí nepřesvědčivě.

Další problém spočívá v odborné produkci oborových didaktik. Jak uvádějí Hopmann a Riquarts (1999), posuzujeme-li odbornou produkci těchto disciplín na konci 20. století v Německu a ve Švýcarsku, shledáváme malou orientaci na oborově didaktický výzkum. Oborové didaktiky se vyčerpávají prací na učebnicích a výukových materiálech a nezapojují se do výzkumu školy a vzdělávání. Citovaní autoři se domnívají, že malá důvěra v inovativní sílu oborových didaktik má své školně pedagogické důvody. Učitelé se o oborově didaktickou produkci (o odbornou literaturu)

nezajímají. Oporu čerpají z učebnic, denního tisku, nezajímají se o nové kurikulární dokumenty, pracují se starými osnovami, přípravami na výuky od kolegů apod. Na druhou stranu uznávají úlohu oborových didaktik při tvorbě kurikulárních dokumentů.

S ohledem na výše uvedené se otevírá otázka, jak koncipovat (oborovou) didaktiku a (oborově) didaktický výzkum. Inspirativní je práce Boyera (1990), v níž jsou rozlišeny čtyři základní formy bádání: (a) *objevování* je typické pro humanitní a přírodní vědy; (b) *aplikování* je příznačné pro inženýry, lékaře apod.; (c) *integrování* je interdisciplinárním přístupem k řešení společenských problémů; (d) *vyučování* je nejvyšší forma vědění (v aristotelovském pojetí). Hopmann a Riquarts (1999) se v souvislosti s tím zamýšlejí nad didaktikou a didaktickým výzkumem. Nabízejí k úvaze pojetí didaktiky jako páté formy bádání – didaktika jako *scholarship of common sense*. Úlohou takto pojímané didaktiky je rétoricky kvalifikovat diskurs doprovázející každodennost profese. Didaktika je v tomto pojetí spíše *sémantikou podporující profesi*, než *vědeckou disciplínou* v tradičním slova smyslu. Didaktika v tomto pojetí nabízí „jazyk, v němž profese samu sebe uchopuje a konstituje“ (Hopmann, Riquarts, 1999, s. 21). V rozvinutí sémanticky orientované didaktiky (viz např. Jelemenská et al., 2003; Slavík, Janík, 2005; Janík, Slavík, 2009) jde o to, jak propojovat jazyk oboru s jazykem učitelské profese a s jazykem žáků. Bude zajímavé sledovat, zda se didaktika bude rozvíjet také v této „páté formě“ bádání. Jisté zkušenosti se čtyřmi výše uvedenými již má; stálo by za to je s odstupem zhodnotit a hledat jejich novou kvalitu.

Na závěr studie o vzestupu oborových didaktik si nelze nepoložit otázku, co následuje po vzestupu. . . Autoři si dovoluují doufat, že na každý pád po vzestupu následuje jen další vzestup a nikoliv pád, jak by se mohlo na první pohled zdát.

LITERATURA

AEBLI, H. *Didactique psychologique: Application à la didactique de la psychologie de Jean Piaget*. Genève : Delachaux et Niestlé, 1951.

BAYRHUBER, H.; RALLE, B.; REISS, K.; SCHÖN, L. H.; VOLLMER, H. J. (Hrsg.). *Konsequenzen aus PISA. Perspektiven der Fachdidaktiken*. Innsbruck, Wien, Bozen : StudienVerlag, 2004.

BEAR, M.; FUCHS, M.; FÜGLISTER, P.; REUSSER, K.; WYSS, H. (Hrsg.). *Didaktik auf psychologischer Grundlage. Von Hans Aebli kognitionspsychologischer Didaktik zur moderner Lehr- und Lernforschung*. Bern : h.e.p. Verlag, 2006.

BOYER, E. L. *Scholarship Reconsidered: Priorities of the Professoriate*. Princeton, New Jersey : Princeton University Press, The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, 1990.

BROCKMEYEROVÁ-FENCLOVÁ, J.; ČAPEK, V.; KOTÁSEK, J. Oborové didaktiky jako samostatné vědecké disciplíny. *Pedagogika*, 2000, roč. 50, č. 1, s. 23–37.

CAILLOT, M. The Building of a New Academic Field: the case of French didactiques. *European Educational Research Journal*, 2007, roč. 6, č. 2, s. 125–130.

CUBE, v. F. *Kybernetische Grundlagen des Lernens und Lehrens*. Stuttgart : Klett, 1965.

- DOYLE, W. Curriculum and Pedagogy. In JACKSON, P. W. (ed.). *Handbook of Research on Curriculum*. New York : Macmillan, 1996, s. 486–516.
- EASTWELL, P. Inquiry learning: Elements of confusion and frustration. *The American biology teacher*, 2009, roč. 71, č. 5, s. 263–264.
- EDELSON, D. C.; GORDIN, D. N.; PEA, R. D. Addressing the Challenges of Inquiry-Based Learning through technology and curriculum design. *Journal of the Learning Sciences*, 1999, roč. 10, č. 3–4, s. 391–450.
- EILKS, I.; FISCHER, H. E.; HAMMANN, M.; NEUHAUS, B.; PETRI, J.; RALLE, B.; SANDMANN, A.; SCHÖN, L. H.; SUMFLETH, E.; VOGT, H.; BAYRHUBER, H. Forschungsergebnisse zur Neugestaltung des Unterrichts in Naturwissenschaften. In BAYRHUBER, H.; RALLE, B.; REISS, K.; SCHÖN, L. H.; VOLLMER, H. J. (Hrsg.). *Konsequenzen aus PISA. Perspektiven der Fachdidaktiken*. Innsbruck, Wien, Bozen : StudienVerlag, 2004, s. 197–215.
- ERDURAN, S.; OSBORNE, J. F.; SIMON, S. Enhancing the Quality of Argument in School Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 2004, roč. 41, č. 10, s. 994–1020.
- FAJKUS, B. Integračně komunikační pojetí oborových didaktik a didaktická transformace vědeckých poznatků. *Přírodní vědy ve škole*, 1988–1989, roč. 40, s. 242–244.
- FOSS, D.; KLEINSASSER, R. Pre-service elementary teachers' views of pedagogical and mathematical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 1996, roč. 10, č. 4, 429–442.
- GUNDEM, B.; HOPMANN, S. (eds). *Didaktik and/or Curriculum. An International Dialogue*. New York : Peter Lang, 1995.
- HEJNÝ, M.; KUŘINA, F. *Dítě, škola, matematika*. Praha : Portál, 2001.
- HEURSEN, G. Didaktik im Umbruch: Fachdidaktik auf dem Weg zu ihrer Eigenständigkeit. In HEURSEN, G. (Hrsg.) *Didaktik im Umbruch: Aufgaben und Ziele der (Fach-)Didaktik in der integrierten Lehrerbildung*. Königstein : Verlag Anton Hain Meisenheim, 1984, s. 1–21.
- HEURSEN, G. Didaktik, allgemeine. In LENZEN, D. (ed.). *Pädagogische Grundbegriffe. Band 1: Aggression bis Interdisziplinarität*. Reinbek bei Hamburg : Rowohlt Verlag, 1996, s. 307–317.
- HMELO-SILVER, C. E.; GOLAN DUNCAN, R.; CHINN, C. A. Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark. *Educational Psychologist*, 2007, roč. 42, č. 2, s. 99–107.
- HOPMANN, S.; RIQUARTS, K. (ed.) Das Schulfach als Handlungsrahmen – Traditionen und Perspektiven der Forschung. In GOODSON, I.; HOPMANN, S.; RIQUARTS, K. (eds). *Das Schulfach als Handlungsrahmen. Vergleichende Untersuchung zur Geschichte und Funktion der Schulfächer*. Köln, Weimar, Wien : Böhlau Verlag, 1999, s. 7–28.
- HUDSON, B.; MEYER, M. A. (eds.). *Beyond Fragmentation: Didactics, Learning and Teaching in Europe*. Opladen : Verlag Barbara Budrich & Farmington Hills, 2011 (v tisku).

- HÜGLI, A. Curriculum und der Begriff der Bildung. In KÜNZLI, R.; HOPMANN, S. (Hrsg.). *Lehrpläne: Wie sie entwickelt werden und was von ihnen erwartet wird*. Chur, Zurich : Verlag Ruegger, 1998, s. 59–72.
- CHEVALLARD, Y. *La transposition didactique*. Grenoble : La Pensée sauvage, 1991.
- CHODĚRA, R. *Didaktika cizích jazyků. Úvod do vědního oboru*. Praha : Academia, 2006.
- IRZIK, G.; NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of science for science education, *Science and Education*, On line published August, 25, 2010.
- JANÍK, T. *Didaktické znalosti obsahu a jejich význam pro oborové didaktiky, tvorbu kurikula a učitelské vzdělávání*. Brno : Paido, 2009c.
- JANÍK, T. Obecná didaktika. In PRŮCHA, J. (ed.). *Pedagogická encyklopedie*. Praha : Portál, 2009a, s. 651–655.
- JANÍK, T. Oborové a předmětové didaktiky. In PRŮCHA, J. (ed.). *Pedagogická encyklopedie*. Praha : Portál, 2009b, s. 656–660.
- JANÍK, T. Oborové didaktiky v pregraduálním učitelském studiu: analýza příspěvků z konference. In JANÍK, T.; MUŽÍK, V.; ŠIMONÍK, O. (eds). *Oborové didaktiky v pregraduálním učitelském studiu. Sborník z konference konané 13.–14. září na PdF MU v Brně [CD-ROM]*. Brno : MU, 2004, s. 1–8.
- JANÍK, T.; SLAVÍK, J. Obsah, subjekt a intersubjektivita v oborových didaktikách. *Pedagogika*, 2009, roč. 59, č. 2, s. 116–135.
- JANK, W.; MEYER, H. *Didaktische Modelle*. Berlin : Cornelsen, 1991.
- JELEMENSKÁ, P.; SANDER, E.; KATTMANN, U. Model didaktické rekonstrukce: Impulz pro výzkum v oborových didaktikách. *Pedagogika*, 2003, roč. 53, č. 2, s. 190–201.
- KALHOUS, Z.; OBST, O. a kol. *Školní didaktika*. Praha : Portál, 2002.
- KANSANEN, P. Didaktika a její vztah k pedagogické psychologii: problémy klíčových pojmů a jejich překladu. *Pedagogika*, 2004, roč. 54, č. 1, s. 48–57.
- KANSANEN, P. Oborové didaktiky jako základ znalostní báze pro učitele – nebo tomu budeme raději říkat pedagogical content knowledge? In JANÍK, T. a kol. *Pedagogical content knowledge nebo didaktická znalost obsahu?* Brno : Paido, 2007, s. 11–22.
- KANSANEN, P.; ULJENS, M. On the History and Future of Finnish Didactics. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 1997, roč. 41, č. 3–4, s. 225–235.
- KHISHFE, R.; LEDERMAN, N. G. Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 2006, roč. 43, č. 4, s. 395–418.
- KIRSCHNER, P. A.; SWELLER, J.; CLARK, R. E. Why minimal Guyance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 2006, roč. 41, č. 2, s. 75–86.
- KLAFKI, W. Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung. *Die Deutsche Schule*, 1958, roč. 50, s. 450–471.

- KLAFKI, W. *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik*. Weinheim und Basel : Beltz Verlag, 1991.
- KLAFKI, W. *Studie k teorii vzdělání a didaktice*. Praha : SPN, 1967.
- KOTÁSEK, J. Česká pedagogika v proměnách času: ohlédnutí a perspektivy. In WALTEROVÁ, E. (ed.). *Česká pedagogika: proměny a výzvy*. Praha : PedF UK, 2004, s. 75–95.
- KOTÁSEK, J. Domácí a zahraniční pokusy o obecné vymezení předmětu a metodologie oborových didaktik. In JANÍK, T.; MUŽÍK, V.; ŠIMONÍK, O. (eds). *Oborové didaktiky v pregraduálním učitelském studiu. Sborník z konference konané 13.–14. září na PdF MU v Brně [CD-ROM]*. Brno : MU, 2004, s. 1–10.
- KUHN, D. Is Direct Instruction an Answer to the Right Question? *Educational Psychologist*, 2007, roč. 42, č. 2, s. 109–113.
- LEDERMAN, N. G. Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. (eds). *Scientific inquiry and nature of science*. Dordrecht : Kluwer, 2004, s. 9–18.
- LINN, M. C.; DAVIS, E. A.; BELL, P. *Internet environments for science education*. Mahwah, NJ, USA : Lawrence Erlbaum, 2004.
- MAŇÁK, J. Didaktika 1964–2004. *Pedagogická orientace*, 2005, roč. 15, č. 4, s. 7–15.
- MAŇÁK, J. *Nárys didaktiky*. Brno : PdF MU, 2003.
- MAŇÁK, J. O stavu a perspektivách rozvoje československé didaktiky. *Pedagogika*, 1969, roč. 19, č. 1, s. 31–46.
- MAREŠ, J.; GAVORA, P. *Anglicko-český pedagogický slovník – English-Czech educational dictionary*. Praha : Portál, 1999.
- MÖLLER, C. *Technik der Lernplanung*. Weinheim : Beltz, 1969.
- OSBORNE, J.; DILLON, J. *Science Education in Europe: Critical reflections*. 2008. Zpráva dostupná na WWW: (<http://www.nuffieldfoundation.org/science-education-europe>)
- OSBORNE, J.; COLLINS, S.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R.; DUSCHL, R. What „Ideas-about-Science“ should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Education*, 2003, roč. 40, č. 7, s. 692–720.
- PALOUŠ, R. *Ars docendi*. Praha : Karolinum, 2004.
- PANDEL, H. J. Vom Nutzen und Nachteil der Allgemeinen Didaktik für Geschichtsdidaktik. Zum wissenschaftstheoretischen Standort der Geschichtsdidaktik. In REINHARDT, S.; WEISE, E. (Hg.). *Allgemeine Didaktik und Fachdidaktik. Fachdidaktiker behandeln Probleme des Unterrichts*. Weinheim, 1997, s. 13–36.
- PEŠKOVÁ, J. Kacířské úvahy nad didaktikou jako empirickou vědou. In *Výchova – téma k promýšlení*. Praha : PedF UK, 2004, s. 63–71.
- PETERSSEN, H. W. *Lehrbuch Allgemeine Didaktik*. München : Ehrenwirth, 1994.
- POPP, W. (ed.). *Kommunikative Didaktik. Soziale Dimensionen des didaktischen Feldes*. Weinheim und Basel : Beltz Verlag, 1976.

- PRŮCHA, J. *Přehled pedagogiky*. Praha : Portál 2006.
- REICH, K. *Konstruktivistische Didaktik. Lehrer und Lernen aus interaktionistischer Sicht*. Neuwied : Luchterhand, 2002.
- RENDL, M. O konstruktivismu ve vyučování matematiky. *Pedagogika*, 2008, roč. 58, č. 2, s. 167–203.
- ROBINSON, S. B. *Bildungsreform als Revision des Curriculums*. Berlin : Luchterhand, 1967.
- RÝDL, K. Didaktické perspektivy inovujících procesů v rámci humanizace výchovy a vzdělávání. In VALIŠOVÁ, A. a kol. *Historie a perspektivy didaktického myšlení*. Praha : Karolinum, 2004, s. 350–357.
- Science Education NOW. Dostupné na WWW: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf, 2007.
- SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 1987, roč. 57, č. 1, s. 1–21.
- SCHMIDT, H. G.; LOYENS, S. M. M.; VAN GOG, T.; PAAS, F. Problem-Based Learning is Compatible with Human Cognitive Architecture: Commentary on Kirchner, Sweller, and Clark. *Educational Psychologist*, 2007, roč. 42, č. 2, s. 91–97.
- SCHNEUWLY, B. Gedanken zu Ausgangspunkten, Widersprüchen und Perspektiven von Fachdidaktik heute. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaft*, 2005, roč. 27, č. 3, s. 453–465.
- SCHULZ, W. Die lehrtheoretische Didaktik. In GUDJONS, H.; TESKE, R.; WINKEL, R. (ed.). *Didaktische Theorien*. Braunschweig : Georg Westermann Verlag, 1980.
- SKALKOVÁ, J. Aktuální aspekty rozvíjení didaktického myšlení. *Pedagogika*, 1996, roč. 46, č. 3, s. 209–213.
- SKALKOVÁ, J. *Obecná didaktika*. Praha : Grada, 2007.
- SLAVÍK, J. Současnost oborových didaktik: pokus o analýzu nového paradigmatu. In PROKOP, J.; RYBIČKOVÁ, M. (eds). *Proměny pedagogiky. Sborník příspěvků z 13. konference ČPdS*. Praha : PedF UK, 2005, s. 46–58.
- SLAVÍK, J.; JANÍK, T. Teorie, výzkum a tvorba školy. *Pedagogika*, 2006, roč. 56, č. 2, s. 168–177.
- SLAVÍK, J.; JANÍK, T. Významová struktura faktu v oborových didaktikách. *Pedagogika*, 2005, roč. 55, č. 4, s. 336–354.
- STRAKOVÁ, J. Pedagogické činnosti českých učitelů v mezinárodním srovnání. *Pedagogika*, 2010, roč. 50, č. 3–4, s. 276–291.
- SUCHMAN, J. R. *Developing Inquiry*. Chicago : Science research Associates, 1966.
- TERHART, E. Constructivism and teaching: a new paradigm in general didactics. *Journal of Curriculum Studies*, 2003, roč. 35, č. 1, s. 25–44.
- TERHART, E. Fremde Schwestern. Zum Verhältnis von Allgemeiner Didaktik und empirischer Lehr-Lern-Forschung. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 2002, roč. 16, s. 77–86.

TERHART, E. Konstruktivismus und Unterricht: Gibt es einen neuen Ansatz in der Allgemeinen Didaktik? *Zeitschrift für Pädagogik*, 1999, roč. 45, č. 5, s. 629–647.

TRNA, J. Nastává éra mezioborových didaktik? *Pedagogická orientace*, 2005, roč. 15, č. 1, s. 89–97.

VYSKOČILOVÁ, E.; DVOŘÁK, D. Didaktika jako věda a jako nástroj učitele. In KALHOUS, Z.; OBST, O. a kol. *Školní didaktika*. Praha : Portál, 2002, s. 17–61.

Zpráva o hodnocení doktorských studijních programů z oblasti oborových didaktik přírodních věd (materiál Akreditační komise MŠMT ČR).

PODĚKOVÁNÍ

Studie byla zpracována v rámci řešení projektu MŠMT LC 06046 „Centrum základního výzkumu školního vzdělávání“ a projektu 7 RP SiS 234870 „S-TEAM: Science Teacher Education Advanced Methods“.

doc. PhDr. Tomáš Janík, Ph.D., M.Ed. – E-mail: tjanik@ped.muni.cz

Institut výzkumu školního vzdělávání PdF MU

Poříčí 31, 603 00 Brno, Česká republika

prof. PaedDr. Iva Stuchlíková, CSc. – E-mail: stuchl@pf.jcu.cz

Katedra pedagogiky a psychologie PdF JčU

Jeronymova 10, 371 15 České Budějovice, Česká republika

Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa?

Miroslav Papáček

Abstrakt

Článek shrnuje hlavní důvody iniciující změny paradigmatu přírodovědného vzdělávání a představuje badatelsky orientované vyučování (BOV) jako směr, který může být v budoucnosti řešením krize přírodovědného vzdělávání. Zběžně také analyzuje otázky: (1) výběru učiva pro badatelsky orientované vyučování v biologii, (2) přípravy učitelů na BOV a (3) výzkumu v oblasti didaktiky biologie, orientovaného na BOV.

Klíčová slova: badatelsky orientované přírodovědné vyučování, didaktika biologie.

Inquiry based science education: A way for the biology education of generations Y, Z, and alpha?

Abstract

This paper summarizes main reasons that initiate a change of science education paradigm, and introduces inquiry based science education (IBSE) as a tendency that can be a solution of the crisis of science education in the future. Furthermore, it briefly analyses following issues (1) choosing of a matter for inquiry based biology education, (2) teacher professional development for IBSE, and (3) research in biology didactics oriented into the IBSE area.

Key words: inquiry based science education, biology didactics.

1 NĚKOLIK ZDÁNLIVĚ NESOUVISEJÍCÍCH INFORMACÍ ÚVODEM

Evropská unie v současnosti financuje prostřednictvím Sedmého rámcového programu pro výzkum a vývoj mj. čtyři velké mezinárodní projekty, které se zabývají problematikou vzdělávání a vyučování matematice a přírodním vědám. Kromě výzkumu jsou soustředěny na zavádění a rychlé šíření vlastních výsledků do praxe základních a středních škol. Konkrétně se jedná o projekty S-TEAM (Science-Teacher Education Advanced Methods¹), ESTABLISH (European Science and technology in Action: Building Links with Industry, Schools and Home²), Fibonacci (projekt je pojmenován po italském matematikovi Leonardovi da Pisa, zvaném Fibonacci³) a PRIMAS (Promoting inquiry in Mathematics and Science Education across Europe⁴). V těchto programech je zapojeno 65 univerzitních i neuniverzitních institucí z 32 zemí⁵. Dalším obdobným projektem zaměřeným na počítačovou podporu aktivizujících metod vyučování je CoReflect (Digital support for Inquiry, Collaboration, and Reflection on Socio-Scientific Debates⁶), který využívá web hosting portálu STOCHASMOS. Nejsou to první aktivity obdobného charakteru, jež jsou podporované EU. V nedávné minulosti jich bylo realizováno již několik. Analogické projekty probíhají na národní úrovni v některých evropských zemích. Jako příklad lze uvést komplexně propracovaný britský projekt TLRP (Teaching and Learning Research Programme⁷) nebo český, spíše popularizačně laděný, individuální projekt národní PTPO (Podpora technických a přírodovědných oborů⁸), garantovaný přímo MŠMT ČR. Výsledky uvedených aktivit, stejně jako jiné informace využitelné pro praxi vzdělávání a vyučování, jsou šířeny portálem sdružení Scientix (The community for science education in Europe⁹), což je nová evropská platforma pro šíření a sdílení know-how a nejlepších příkladů a pro spolupráci v oblasti vyučování přírodním vědám napříč Evropskou unií. Tento portál je otevřen prakticky pro kohokoli, kdo se zabývá vzděláváním v oblasti přírodních věd, či se o ně pouze zajímá. Je provozován v šesti jazycích na síti European Schoolnet (elektronická síť 31 ministerstev školství EU).

Nabízí se otázka, proč Evropská unie vyvíjí takové úsilí a věnuje nemalé prostředky na podporu přírodovědného vzdělávání a vyučování? Odpověď by mohla znít – pro krizi vzdělávání obecně. V zásadě ale existují nejméně čtyři hlavní věcné důvody. Pracovně je můžeme pojmenovat jako (1) problém poklesu zájmu o studium technických a přírodovědných oborů, (2) problém psychosociální proměny nastupujících generací, (3) problém směru vývoje aktivit lidstva, včetně vzdělávání v současnosti a nejbližší budoucnosti a (4) problém „patu“ v rovině ontodidaktiky a hledání nových paradigmat přírodovědného vzdělávání. Všechny čtyři důvody jsou vnitřně provázané a nutně se promítají do podoby nároků na oborové didaktiky matematiky a přírodních věd. Povšimneme si jich proto podrobněji.

¹<http://www.ntu.no/steam>

²<http://www.establish-fp7.eu>

³<http://fibonacci.project.eu>

⁴<http://www.nottingham.ac.uk/education/documents/research/crme/primas.pdf>

⁵Údaj z přednášky dr. Eilish McLoughlin, koordinátorky projektu ESTABLISH, přednesené na mezinárodní konferenci projektu S-TEAM Science fictions: Inquires into the future of science education. 13th–15th October 2010. University of Strathclyde, Glasgow.

⁶http://www.coreflect.org/nqcontent.cfm?a_id=3689

⁷<http://www.tlrp.org/>

⁸<http://www.msmt.cz/strukturalni-fondy/podpora-technickyh-a-prirodovednych-oboru>; viz rovněž Brzezina (2010)

⁹<http://www.scientix.eu/web/guest/about>

2 ZÁKLADNÍ DŮVODY PRO HLEDÁNÍ ZMĚNY PARADIGMATU PŘÍRODOVĚDNÉHO VZDĚLÁVÁNÍ

2.1 POKLES ZÁJMU O STUDIUM PŘÍRODOVĚDNÝCH OBORŮ A ZHORŠOVÁNÍ VÝSLEDKŮ VZDĚLÁVÁNÍ

Dvě zprávy, které vycházejí z plošné analýzy trendů v českém školství a výsledky výzkumů TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) a PISA (Programme for International Student Assessment) statisticky ověřují, shrnují a formulují to, co pedagogická veřejnost v situaci postupně se snižující početnosti nastupujících generací a narůstajícího počtu středních škol s maturitou a škol vysokých, intuitivně tuší či odhaduje na základě každodenní lokální praxe.

Zpráva společnosti White Wolf Consulting (2009) konstatuje snižující se zájem o přírodovědné a technické obory, jehož průvodním jevem je, že se s přibývajícím roky školní docházky vytváří globální odmítavý a navíc genderově posílený postoj k přírodním vědám jako k obtížným, striktně daným a náročným předmětům, a to i přesto, že jsou pokládány za zajímavé a perspektivní. Středoškolští studenti tedy odmítají přírodovědné předměty ve větší míře než žáci základních škol; dívky ve větší míře než chlapci. Matematiku a fyziku třetina dotázaných, ostatní přírodovědné předměty pak cca 15 % respondentů. Přitom výzkum PISA v roce 2006 ukázal, že čeští žáci mají osvojeno velké množství přírodovědných poznatků a teorií, problémy jim ale dělá samostatné uvažování o přírodovědných problémech a jejich zkoumání na přiměřené mentální úrovni, včetně vytváření hypotéz, hledání a navrhování cest řešení, interpretace zjištěných dat a formulace a argumentace závěrů. Zpráva rovněž analyzuje možné důvody situace – např. vztah mezi prospěchem a preferencí oboru, výběrem maturitních předmětů a volbou oboru, hodnocením a motivačním působením učitele a postojem k oboru, a uvažuje i o možnostech jednodušší cesty či odložené volby. Vyslovuje rovněž předpoklad, že nižší poptávka po těchto oborech je způsobena existujícími vnějšími překážkami, nebo že osobní preference studentů vycházejí částečně z ovlivnitelných charakteristik vnějšího prostředí a potenciál prezentace technických a přírodovědných oborů ještě není plně využit.

Zpráva společnosti McKinsey & Company (2010) pak uvádí, že výsledky vzdělávání na českých základních a středních školách klesají, jsou podstatně horší než v roce 1995 a mají velkou variabilitu v porovnání žáků či studentů různých odpovídajících si škol (až 80 %). Zpráva na základě těchto zjištění a vědomí vztahu mezi akademickými a ekonomickými výsledky rovněž vyslovuje prognózu ohrožení prosperity České republiky; toto ohrožení kvantifikuje jako možnou ztrátu 11 % HDP do roku 2050. Zjištěný trend zhoršujících se výsledků přitom spadá do období zásadní reformy českého školství – zavádění Rámcových vzdělávacích programů (RVP), resp. školních vzdělávacích programů (ŠVP). Tím svým způsobem dává za pravdu Janíkově a Slavíkové (2007) úvaze o překotném tempu zavádění RVP, při kterém jakoby chyběl čas a odvaha zastavit se na okamžik a znovu kriticky přezkoumat samotné základy této probíhající kurikulární reformy.

Povědomí o obou trendech, tj. trendu snižování oblíbenosti přírodovědných předmětů a trendu zhoršování výsledků vzdělávání, vyústilo v hledání důvodů tohoto stavu i před zveřejněním výše uvedených zpráv. Bez ohledu na realitu věci je Koršňáková (2005) toho názoru, že přírodovědné učivo poskytuje jen málo možností jeho reálného využití v každodenní praxi, je tedy odtržené od života, je ho mnoho, a učitelé o něm stihnou jenom informovat. Čížková (2006) považuje za specifický problém přírodovědných předmětů skutečnost, že v důsledku nepřetržitého rychlého růstu

nových poznatků a posunu těžiště učiva ve prospěch učiva teoretického došlo ke zvýšení náročnosti tohoto učiva. Škoda a Doulík (2009), kteří studovali vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání v historickém kontextu, pak doslova uvádějí: „*Scientistické paradigma přírodovědného vzdělávání přineslo do škol vysokou míru obtížnosti přírodovědných předmětů a vysokou míru abstrakce, která byla uplatňována již v průběhu nižšího sekundárního stupně vzdělávání. Dozrávání kognitivních funkcí dítěte daného věku však ještě není na takové úrovni, aby mohli žáci s takovou mírou abstrakce smysluplně pracovat. To vede k mechanickému učení faktů bez bližšího pochopení souvislostí. Na úrovni vyššího sekundárního stupně vzdělávání se zejména na gymnáziích setkáváme s rozsahem učiva, který není adekvátní ani časové dotaci přidělené pro výuku přírodovědných předmětů, ani rozvoji myšlenkových operací žáků. . . Tato „předimenzovanost“ osnov přetrvává do určité míry v gymnaziálním kurikulu přírodovědných předmětů dodnes.*“ Uvedení autoři se rovněž domnívají, „že jednou z příčin klesajícího zájmu o přírodovědné vzdělávání je i jeho neujasněná koncepce, která v ‚ontogenetickém‘ i ‚fylogenetickém‘ měřítku osciluje mezi extrémny prakticistního zbožiznalství a primitivní ‚vlastivědy‘ na straně jedné a přeteoretizovanými matematickými modely, které nejsou pochopitelné ani svým tvůrcům, na straně druhé“.

2.2 DOBA GENERACÍ Y, Z A ALFA

Pokud připravujeme vzdělávání pro současnou a nejbližší generace žáků, které budou nastupovat do škol, je užitečné se zabývat i odhadem jejich mentality a dalšími charakteristikami, které jsou pro vzdělávání významné. Američané v sociologických studiích i v běžné komunikaci jednotlivé generace taxativně pojmenovávají. Jména těchto generací, mezi nimiž samozřejmě nejsou a nemohou existovat ostré hranice, jsou pak extrapolována i do neamerického prostředí včetně prostředí Evropy. Generace Y¹⁰ (narození cca od druhé poloviny 70. let 20. století až do jeho konce/přelomu) je tou, kterou právě vzděláváme na středních a vysokých školách. Je generací, která užívá ke komunikaci převážně elektronická media a sdílí sociální sítě v podstatně větším měřítku než generace předchozí (= generace X). Je první generací, pro kterou nejsou rodiče, učitelé a tištěné zdroje jedinými zprostředkovateli obrazu světa. Preferuje využití informačních a komunikačních technologií ve vzdělávání oproti tradiční transmisivní výuce a tyto technologie vnímá jednoznačně jako usnadňující ve svých profesích a umožňující pracovat i doma, nezávisle na pracovišti. Tato generace je orientována na úspěch, má vysoké nároky na své vzdělavatele i zaměstnavatele, chce smysluplnou práci a mění zaměstnání ve větší míře než generace předchozí. Preferuje učitele či „šéfa“ v roli rádce, který je schopen být průvodcem na cestě k úspěchu. Jejím charakteristickým rysem je orientace na tým a sdílení procesu vývoje výsledků. Generace Z¹¹ (narození cca od roku 1990 do roku 2000) je generací, která se prolíná s generací Y, ale na rozdíl od ní se kompletně narodila do světa se spolehlivými a rozvinutými informačními technologiemi a internetem. Tvoří subpopulaci žáků základních a středních škol a nejmladší studenty škol vysokých. Je vázána na elektronické digitální prostředí ve větší míře než generace Y, preferuje počítač před knihami i při vzdělávání (Poosnick-Goodwin, 2010b), není vázána na dostupnost internetu svou momentální lokalizací, její pozornost se soustřeďuje zejména na internetová média, čímž je podstatně zúžená. Členové této generace

¹⁰Viz např. http://en.wikipedia.org/wiki/Generation_Y; <http://generace-y-navajo.cz>; <http://legalcareers.about.com/od/practicetips/a/GenerationY.htm>.

¹¹Viz např. http://en.wikipedia.org/wiki/Generation_Z; viz rovněž Poosnick-Goodwin (2010a).

jsou sice více sebestřední, individualističtí a na spotřebu více zaměřeni než generace předchozí, ale na druhé straně jsou velmi tvořiví, vzájemně spolupracující a sdílejí proces tvorby výsledku zejména v elektronickém prostředí. Jako generace alfa¹² bude zřejmě pojmenována generace dětí rodičích se v roce 2010 a v letech následných (pravděpodobně 2010–2024). První děti z této generace se v prvních třídách základních škol objeví za 5 až 6 let. Futurologové mj. odhadují, že tato generace bude výrazně vázaná na nové technologie, na virtuální elektronické prostředí a počítačové modely pro potřeby rozhodování a sedavá zaměstnání; z hlediska setrvání v zaměstnání bude nestálá a mohla by mít nedostatek přírodovědců a lékařů.

Některé trendy doprovázející výměnu generací, které lze spekulativně odvodit z uvedených charakteristik, pak jsou: narůstající závislost na informačních a komunikačních technologiích (technologiích obecně) a virtuálním prostředí, pokles respektu k učitelům (obecně pak k představenému) jako zdroji informací a nadřazené autoritě, narůstající zájem o možnost pracovat mimo oficiální prostředí, větší míra fluktuace, narůstající míra kooperace v průběhu dosahování výsledku a růst kreativity.

2.3 PŘEDSTAVA HLAVNÍCH RYSŮ VNĚJŠÍHO RÁMCE VZDĚLÁVÁNÍ V BUDOUCNOSTI

Hlavní rysy přírodovědného vzdělávání v minulosti charakterizují např. DeBoer (1991) nebo nověji obecně Škoda, Doulík (2009). Jak ale odhadovat nároky na vzdělávání a jeho rysy *pro futuro*? Futurolog Riel Miller¹³ na výroční konferenci projektu S-TEAM v Glasgow 15. října 2010 charakterizoval přes obtížnost predikce možnost budoucnosti vnějšího rámce vzdělávání v následujících rysech (viz rovněž Miller, 2006, 2007). Postindustriální společnost blízké budoucnosti bude zároveň učící se společností, charakteristickou větší intenzitou učení se v každodenním životě. Půjde o společnost velmi dynamickou, se snadno a náhle vznikajícími komunitami nejrůznějšího charakteru, které budou ale i rychle zanikat a mizet. Vzdělávání, stejně jako společnost, bude procházet komplexní evolucí od hierarchie k heterarchii. Prodělá tak posun od homogenního (frontálního) systému vzdělávání „pro masy“, k heterogennímu systému vzdělávání a učení nejrůznějších malých skupin učící se společnosti. Stane se samoregulujícím otevřeným systémem s velkou intrasystémovou diferenciací. Vzdělávání bude poskytovat rozsáhlé možnosti být svobodný a spontánně experimentovat bez strachu před rizikem chyby (v rovině percepce risku) či bez strachu před chybou (v rovině reality risku). Charakteristickým cílovým rysem vzdělávání bude kreativita. Bude se proměňovat i role školy. Na základě Millerovy (2006) prognózy lze odhadnout, že škola se postupně stane hlavně místem pro diskusi, rozvoj kritického myšlení, pro manuální aktivity a experimentování v laboratorích, pro rozvoj kreativity, pro získávání zkušeností a nabývání schopnosti řešit problémy, ale i místem pro ověřování a kritické hodnocení internetových informací (viz Poosnick-Goodwin, 2010b). Nicméně, nejen rozvoj kreativity, ale i znalosti budou podle dr. Millera klíčovými momenty vzdělávání.

Vzdělávání bude v této situaci jedním z prvotních hybatelů a rozhodujících faktorů vývoje ve světě v 21. století a biologické vzdělávání ve vztahu k vývoji vědy a technologií bude zřejmě hrát zásadní roli (Younès, 2000).

¹²Viz např. http://en.wikipedia.org/wiki/Generation_Z;
http://en.wikipedia.org/wiki/Alpha-generation_platform viz rovněž Nader (2010).

¹³Dr. Riel Miller mj. působil v letech 1994 až 2005 jako starší vědecký pracovník v rámci OECD International Futures Programme.

2.4 PROBLÉM V ROVINĚ ONTODIDAKTIKY BIOLOGIE

Problém v rovině ontodidaktiky přírodovědných předmětů je asi nejlépe patrný v oblasti vzdělávání v biologii. Rychlý rozvoj biologie jako vědní disciplíny se projevuje nejen exponenciálně rostoucím objemem nových poznatků, ale i vznikem zcela nových dílčích oborů a přístupů k výzkumu. DeHart Hurd (2002) uvádí, že biologie jako vědní obor je v současnosti členěna na více než 400 pojmenovaných oblastí výzkumu, tj. jasně vymezených a definovaných (kromě rodičích se) „podoborů“ a mezioborových disciplín. Biologie zdaleka už není jen výhradním prostorem pro základní výzkum. Stále většího významu nabývá aplikovaný biologický výzkum. Výsledky výzkumu se promítají do zavádění nových technologií. Vzniká tak situace, která doprovázela proměny postavení fyziky na počátku minulého století a proměny postavení chemie od 40. let minulého století. Kromě toho bude biologický výzkum v budoucnu záležitostí čím dál více interdisciplinární a integrativní, tj. vedený v týmech specialistů více biologických i dalších disciplín (viz Wake, 2008). 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 arénou horkých veřejných diskusí. Např. o geneticky modifikovaných organizmech, o klonování, o umělém oplození, o oteplování a ekologické krizi či o existenci evoluce a o kreacionismu.

Konflikt mezi expanzí biologického poznání na straně jedné, a podobou jeho interpretace a převodu do obsahu a metod vzdělávání na straně druhé, je stále zřetelnější. Dávno už je nemyslitelné „překlápět“ – transformovat strukturu biologie jako vědního oboru do podoby vzdělávacího předmětu základních a středních škol. Tento konflikt vyžaduje stále přehodnocování vzdělávacích přístupů v oblasti výběru učiva a jeho akcentů (viz např. Švecová, 2005; Papáček, 2006) v závislosti na cílech vzdělávání, na kurikulu a ve vazbě na vyučovací formy a metody (viz např. Janoušková a kol., 2008, Maršák, Janoušková, 2006, Vohra, 2000). Klíčovou otázkou tedy je, jakou problematiku z vědního oboru pro vzdělávání vybrat a v jaké podobě ji převádět do vzdělávacího (didaktického) systému výuky biologie. S danou problematikou samozřejmě souvisí i potřeba tvorby adekvátních učebnic biologie. Nikoli jen jako textu se selektivním výběrem metodicky uspořádaných informací, ale i jako zajímavého strukturovaného průvodce, umožňujícího aktivní vzdělávání. Problém sice souvisí s obecnou teorií učebnic, ale v oblasti jednotlivých oborů nabývá řadu specifik.

Dalším problémem v rovině ontodidaktiky biologie je již zmíněná interdisciplinarity a integrita biologie jako scientního oboru i jako vyučovacího předmětu. Biologie jako obor zabývající se živými organismy zcela přirozeně charakterizuje živé systémy matematickými, fyzikálními i chemickými daty či modely a „vypůjčuje“ si pro jejich zkoumání zcela běžně a přirozeně metody a přístroje využívající fyzikálních a chemických principů. Vyučovací předměty přírodopis a biologie rovněž tak zcela nutně a neoddělitelně zahrnují prvky matematiky, fyziky a chemie. Pokud si vybavíme taková vyučovací témata, jako je fotosyntéza, trávení, či fyziologie rostlin a živočichů a člověka obecně nebo ekologickou tematiku, dospíváme k závěru, že didaktika přírodopisu a biologie má zčásti charakter didaktiky mezioborové (viz Trna, 2005a, b). Výběr a transformace jednotlivých komponent v rámci zmíněných komplexních a integrovaných biologických témat klade velké nároky na interdisciplinární přístup. Vzdělávání v biologii odpovídá tak stále ve větší míře současnému multidisciplinárnímu paradigmatu přírodovědného vzdělávání (viz Škoda, Doulík, 2009).

Výběr a uspořádání učiva zajisté souvisí i s jeho určením, tj. s cílovou skupinou, na kterou je zaměřeno vzdělávání. Opakovaně se proto setkáváme s otázkou, zda budeme koncipovat výuku biologie pro všechny, nebo jako přípravu na střední od-

borné, resp. vysokoškolské studium biologie budoucích vědců. Téměř konsensuální názor zní – přírodověda pro všechny – pro budoucí občany (Vohra, 2000; Rochard et al., 2007)! Základní porozumění problematice vybraných témat biologie je velmi důležité pro rozvoj demokratické společnosti¹⁴, která rozhoduje o otázkách udržitelného rozvoje, potravinových zdrojů, ochrany životního prostředí aj. Občané, kteří rozumějí, jsou méně zasažitelní demagogií a méně manipulovatelní. Mohou zasvěceněji rozhodovat na nejrůznějších úrovních správy společnosti. Není jistě potřebné zdůrazňovat, že výběr tematiky a rozsah takového učiva, v jehož tematice je žáky (všechny budoucí občany) potřebné zasvěceně orientovat, je velmi odpovědnou záležitostí. Některé země, např. Anglie nebo Polsko, řeší problém souběžně existujících cílových skupin adresátů vzdělávání dvěma (nebo více) řadami variantních učebnic – základní pro všechny, a rozšířenou řadou pro výrazněji přírodovědně orientované žáky. Jiným řešením může být sukcedální model, kdy vzdělávání pro všechny v 1. a 2. stupni vzdělávání dle klasifikace ISCED (International Standard Classification of Education) postupně přechází do vzdělávání v podobě odborně cílené přípravy ve 3. stupni vzdělávání.

Maršák a Janoušková (2006) charakterizují současnou rámcovou koncepci vzdělávání na základních školách a gymnáziích v České republice termíny „dvouúrovňový model“ a „dvouúrovňové kurikulum“. V tomto modelu určuje primární úroveň výběru stát, resp. jeho školská koncepce reprezentovaná centrální institucí, která vydává základní metodický pokyn pro vzdělávání „charakteru standardu“ v podobě legislativního dokumentu – v našem národním prostředí tedy konkrétně MŠMT a RVP. RVP pak rámcově formulují zásadní požadavky na cílové a obsahové zaměření vzdělávání (konkrétně viz Jeřábek a kol., 2006, 2007). Sekundární úroveň výběru je prostředí základních a středních škol, kde učitelé vytvářejí na základě RVP zcela konkrétní cesty vzdělávání podle RVP v podobě ŠVP. Takový model vzdělávání je charakterizován velkou mírou autonomie v sekundární úrovni realizace vzdělávání, a variabilitou vzdělávacích cest. Předpokladem úspěchu tohoto modelu vzdělávání je koherence a kompetence všech, kteří model realizují v primární i sekundární úrovni. Těžkostí pro dosažení cílů vzdělávání se přinejmenším může stát inkoherece ontodidaktických přístupů v rovině sekundární úrovně výběru obsahu učiva a metod vyučování. 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 (Papáček, 2006; viz rovněž i McKinsey & Company, 2010), a tím i periodicky zpřesňovat ŠVP a vyhodnocovat jejich akcenty.

3 ROZPOZNÁNÍ VZNIKAJÍCÍHO PROBLÉMU A ZÁKLADNÍ SMĚRY JEHO ŘEŠENÍ

3.1 KDE SE VZALO BADATELSKY ORIENTOVANÉ VYUČOVÁNÍ A O JAKÝ VZDĚLÁVACÍ SMĚR SE JEDNÁ?

Škoda a Doulík (2009) konstatují, že koncem 80. let minulého století začalo humanistické i scientistické paradigma přírodovědného vzdělávání procházet krizí. Pro tuto krizi shledávají přinejmenším dva důvody: rozvoj informačních a komunikačních

¹⁴Doris Jorde: *Best practice in science education – a look at European educational policy*. Přednáška prezentovaná na Úvodním českém národním semináři mezinárodního projektu S-TEAM na Pedagogické fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, který se konal ve dnech 15. a 16. října 2009.

technologií a přechod technické a technizované společnosti do podoby společnosti informační a učící se. Vzdělavatelé si neudržitelnost dosavadního způsobu výběru obsahu učiva a jeho transmise při výuce uvědomili už v 60. letech, kdy se na téma „podstata a cíle vyučování“ začala rozvíjet v USA intenzivní diskuse (Bell, 2004). Vyústěním této diskuse bylo budování a zavádění konstruktivistického vzdělávacího a vyučovacího směru nazývaného v angličtině inquiry based education (IBE), v přírodních vědách pak inquiry based science education (IBSE). V jazyce pedagogů je pak termín někdy zkracován na pouhé „inquiry“. V USA se stal tento výukový směr natolik rozšířenou záležitostí, že v roce 1996 tam byly společností National Research Council (NRC)¹⁵ vyhlášeny a publikovány národní standardy vzdělávání v přírodních vědách (National Science Education Standards (NSES), které mj. definují kompetence, k jejichž dosažení je IBSE užíváno. Pro toto vzdělávání dnes existuje řada metodických příruček (viz např. Glasgow, Hicks, 2009). V Evropě se uvedený pedagogický směr objevuje v 90. letech (viz např. Vohra, 2000); na samém konci minulého tisíciletí se snad první překlad termínu v podobě „inquiry teaching“ objevuje v Čechách v překladovém anglicko-českém pedagogickém slovníku (Mareš, Gavora, 1999) ve významu „vyučování bádáním, objevováním“. Stuchlíková (2010, s. 129) k výkladu termínu doslova uvádí: „*Obtížně přeložitelný termín ‚inquiry‘ – bádání, zkoumání, ale také hledání pravdy – se v posledním desetiletí stal mimořádně populárním pro označení žáadoucích změn ve vzdělávání.*“ Jako z hlediska vyučování významné ekvivalenty slova lze snad ještě dodat – pátrání, vyšetřování, dotazování se. Český termín „badatelsky orientované vyučování,“ (BOV) pro označení IBE (viz Papáček, 2010a) je snad dobře využitelným, ale volným a poněkud významově zužujícím překladem.

Na otázku, co všechno je „inquiry“ ve vyučování, není jednoduchá odpověď, protože i obsahové vymezení směru není jednoduché taxativně definovat. Stuchlíková (2010, s. 130) uvádí, že „inquiry“ je vymezováno mnoha různými způsoby. Pro různá vymezení pak nalézá následující společný „průnik“: „Inquiry je cílevědomý proces formulování problémů, kritického experimentování, posuzování alternativ, plánování zkoumání a ověřování, vyvozování závěrů, vyhledávání informací, vytváření modelů studovaných dějů, rozpravy s ostatními a formování koherentních argumentů.“ (Linn, Davis, Bell, 2004) „Inquiry“ je zároveň strategií vyučování i modelem pro pedagogický postup (Bybee, 2004). Učitel nepředává učivo výkladem v hotové podobě, ale vytváří znalosti cestou řešení problému a systémem kladejších otázek (komunikačního aparátu = systémem „talking education“). Stuchlíková (2010, s. 132) rovněž upozorňuje na to, že ačkoli je „inquiry“ definováno mnoha literárními prameny, pro IBSE to neplatí. Pro BOV přírodních věd je pravděpodobně blízký takový přístup, kdy učitel má funkci zasvěceného průvodce při řešení problému a vede přitom žáka postupem obdobným, jaký je běžný při reálném výzkumu. Od formulace hypotéz, přes konstrukci metod řešení, přes získání výsledků zjištěných metodikou, na které se žáci s učitelem dohodli a jejich diskusi až k závěrům. To umožňuje žákovi relativně samostatně a v kooperaci se spolužáky formulovat problém, navrhnout metodu jeho řešení, vyhledávat informace, řešit problém prodiskutovaným způsobem, a tak aktivně získávat potřebné kompetence, znalosti, dovednosti a komunikační schopnosti (Papáček, 2010b). Není to ovšem jediný možný postup. Opírajíc se o Eastwellův (2009) článek, vymezuje Stuchlíková (2010, s. 132) různé podoby „inquiry“ z hlediska vnějšího řízení učitelem následujícím způsobem:

¹⁵NRC je jednou ze čtyř složek Národní americké akademie. Posláním NRC je mimo jiné zlepšovat vzdělávání, podporovat a organizovat zavádění a šíření poznatků rozvíjejících přírodní vědy, technologie a medicínu – obecně záležitosti veřejného zdraví.

(a) „potvrzující bádání – otázka i postup jsou studentům poskytnuty, výsledky jsou známy, jde o to je vlastní praxí ověřit“, (b) „strukturované bádání – otázku i možný postup sděluje učitel, studenti na základě jeho sdělení formulují vysvětlení studovaného jevu“, (c) „nasměrované bádání – učitel dává výzkumnou otázku, studenti vytvářejí metodický postup a realizují jej“, (d) „otevřené bádání – studenti si kladou otázku, promýšlejí postup, provádějí výzkum a formulují výsledky“.

Charakteristickou složkou BOV v přírodních vědách včetně biologie je inkorporace experimentálních postupů rozvíjejících instrumentální dovednosti žáků (= činnostní vyučování; = „hands-on“ activities). Učitel přitom může sice postupovat podle předem připravených scénářů v podobě podrobných příprav, ale nemůže se vyhnout riziku, že jeho vyučování nenaplní předpoklady a dosáhne stanoveného cíle. Při BOV se vždy jedná o tvoření na místě s rizikem, že se věc zčásti či zcela nepovede. Ale i takovou situaci lze využít v souladu s cíli BOV. Z uvedených skutečností je patrné, že BOV klade vysoké nároky na připravenost učitele, jeho tvořivost a flexibilitu. Kromě nesporných výhod má i svá rizika a existují i překážky v jeho zavádění. Situaci výhod, nevýhod, rizik a šancí BOV v řadě ohledů v poslední době analyzovali z různých pohledů např. Eastwell (2009), Papáček (2010b) a Stuchlíková (2010).

Vrátíme-li se k textu úvodu tohoto článku, který informuje o velkých evropských projektech zabývajících se problematikou zlepšování výuky matematiky a přírodních věd, a budeme-li se zabývat otázkou, co mají všechny tyto projekty společného, dojdeme k závěru, že průsečíkem jejich snah je „inquiry“. Jejich očekávaný dopad a prospěch lze velmi zběžně charakterizovat hesly: změna v cestě způsobu výuky znamená proměnu myšlení ve školách v Evropě (v zemích všech účastníků jednotlivých projektů); podpora a rozvoj činnostního a zážitkového vyučování je důležitá pro rozvoj kreativity a schopnosti řešení problémů; hlubší porozumění přírodním vědám znamená více než pouhá znalost faktů; badatelsky orientované vyučování sleduje cíl rozvoje kritického myšlení žáků a generuje je¹⁶. Mimochodem, kritické myšlení a hlubší porozumění principům základních přírodních entit v podobě strategických cílů přírodovědného vzdělávání jistě příznivě osloví jak zastánce „vzdělávání pro všechny“, tak zastánce „vzdělávání jako cesty k přípravě odborníků“. V tomto ohledu mají obě skupiny společný zájem.

Stuchlíková (2010, s. 129) ve svém článku s názvem O badatelsky orientovaném vyučování píše: „O tzv. ‚inquiry-based education‘ se hovoří tak často a s takovou samozřejmostí, že je s ním spojováno velké očekávání. A na straně druhé pochybnosti o tom, zda tento pojem označuje něco opravdu nového v procesech učení a vyučování, nebo jen jiným způsobem zdůrazňuje aspekty něčeho, co pedagogická praxe de facto dlouhou dobu realizuje.“ 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. Daný směr či jeho prvky jsou implicitně obsaženy ve vzdělávacích přístupech nazývaných např. problémová výuka, projektová výuka, aktivizující formy a metody vyučování. Rovněž rámcové vzdělávací programy obsahují některé cílové kompetence, které odpovídají cílům „inquiry“; např. kompetenci k učení, kompetenci k řešení problémů a kompetenci komunikativní (Jeřábek a kol., 2006, 2007). Při srovnání toho, co vše je obsahovou a metodickou součástí „inquiry“ a výše uvedených vzdělávacích přístupů, docházíme k závěru, že i když v Čechách

¹⁶Charakteristiky z přednášky dr. Eilish McLoughlin, přednesené na mezinárodní konferenci projektu S-TEAM Science fictions: Inquires into the future of science education. 13th–15th October 2010. University of Strathclyde, Glasgow – volně přeloženo.

„inquiry“ jsme v menším či větším měřítku a podvědomě či vědomě reálně schopni realizovat a realizujeme, na rozvinutou komunikaci pro budování kritického myšlení žáků ve stylu „talking education“ většinou nezbývá čas. Jestliže užívání jazyka a psaných abstraktních jazykových znaků obecně rozvíjí vyšší kortikální vztahy mozku (viz např. Leonovičová, Novák, 1982), a ty jsou předpokladem pro rozvoj kritického myšlení, stojí za to věnovat pozornost i této stránce „inquiry“. V této souvislosti je zajímavé uvést jeden z poznatků zprávy, která hodnotí výsledky českého školství. Tímto poznatkem je, že čtenářské dovednosti žáků na základní škole do značné míry předurčují úspěšnost jejich přijetí na vysokou školu a budoucí akademické výsledky (McKinsey & Company, 2010). Tento poznatek hovoří ve prospěch většího užívání jazyka a komunikace i v nejazykových vzdělávacích předmětech. Kromě systému vhodně volených otázek, kterým učitel žáka provádí řešením problému, může pro motivaci k řešení i pro řešení samotné posloužit jako myšlenková konstrukce příběh se zakomponovanými otázkami. Využívání myšlenkové konstrukce příběhu kromě vyučování využívá i popularizace vědy s rysy „inquiry“. Příkladem mohou být v současnosti (2010) všem dostupné televizní programy Výpravy s Jeffem Corwinem¹⁷ (televize Nova; biologie, zoologie, ochrana přírody) nebo Michaelův experiment v televizním magazínu ČT PORT, jehož hlavním aktérem je Michael G. S. Londesborough¹⁸ (Česká televize; chemie), či DVD s názvem Na cestu s CO₂ vás zve Michael Londesborough¹⁹ (chemie, biologie, ekologie). Hlavním momentem těchto populárně naučných pořadů – kromě zajímavého, věcného a věcně správného obsahu – je akce. Akce a dynamika dění je dalším důležitým momentem „inquiry“ v oblasti popularizace vědy i ve vyučování.

3.2 EXISTUJE IDEA JAK PRO UŽÍVÁNÍ BOV PŘIPRAVOVAT STUDENTY UČITELSTVÍ A UČITELE PŮSOBÍCÍ V PRAXI?

Rychlá proměna podoby biologie určuje i skutečnost, že kurikulum učitele biologie stejně jako kurikulum badatele nelze naplnit pregraduálním studiem. Je jej třeba doplňovat a aktualizovat soustavně v rámci celoživotního vzdělávání. Kariéra učitelství biologie nemůže být vnímána jako profesní „záchranná síť“; na studium je nutné klást potřebné nároky a pro pre- i postgraduální vzdělávání i praxi učitelství biologie je potřebná evaluace jejich výsledků (viz Sundberg, 2002). Z textu kapitoly 3.1 je patrné, že „inquiry“ klade na učitele vysoké nároky – na jeho erudici, přehled v oboru, učitelské kompetence, flexibilitu, pohotovost, vynalézavost a kreativitu. Jak ve fázi přípravy na výuku, tak v průběhu výuky učitel vybírá a přizpůsobuje aktivity pro svou vlastní konkrétní třídu. Proces přizpůsobování učitele tématu, situaci a třídě je kruciólním momentem funkčního zavádění „inquiry“ (Abell, 2004). Schwarz a Craford (2004), kteří nabízejí postupy „inquiry“, uvádějí, že zkušenosti učitele jsou pro tento proces klíčové. Učitel musí především rozumět a rozhodnout, které přírodovědné znalosti prostřednictvím „inquiry“ vytvářet. V tom podle těchto autorů spočívá největší kámen úrazu přípravy učitelů i jejich výuky v praxi. Bybee (2004) charakterizuje podstatné rysy práce učitele a výuky při „inquiry“ následujícím způsobem (volně přeloženo a doplněno): (1) učitel je zasvěcený v přírodovědné problematice (tj. zná dobře odborné základy své aprobace a rozumí jim v souvislostech); (2) učitel stanovuje priority postupu při hledání důkazů a odpovědí na zadané otázky; (3) učitel užívá důkazy (výsledky zjištění, měření atd.) k vytváření

¹⁷Blíže viz http://en.wikipedia.org/wiki/Jeff_Corwin

¹⁸Blíže viz <http://www.iic.cas.cz/~michaell>

¹⁹Blíže viz <http://www.tydenvedy.cz/sd/novinky/ceny/DVD-CO2.html>

vysvětlení formulovaných žáky; (4) výuka propojuje vysvětlení formulovaná žáky s (vědou dosaženými) přírodovědnými znalostmi (obsaženými v dostupné literatuře a na internetu); (5) učitel vytváří systém komunikace při řešení zadaného problému, moderuje a řídí postup jeho řešení a ověřuje správnost žáky formulovaných vysvětlení (viz rovněž Papáček, 2010, s. 153). To vše charakterizuje i nároky na přípravu učitelů pro badatelsky orientované vyučování.

Stuchlíková (2010, s. 132) zdůrazňuje význam přesvědčení učitele o potřebnosti změny – o užívání BOV slovy: „*Bylo samozřejmě žádoucí, kdyby se dařilo budoucí učitele vybavit dovednostmi a postoji potřebnými pro realizaci IBSE. Někteří vzdělavatelé učitelů se domnívají, že změnit praxi učitelů (včetně těch budoucích) znamená změnit nejprve jejich přesvědčení. Změnit něčí přesvědčení však není tak snadné, jak by se mohlo na první pohled zdát. Zkušenosti z pregraduálního i postgraduálního vzdělávání ukazují, že pouhá podpora změny postojů a přesvědčení k žádoucí změně ve vyučovací praxi vede.*“ Guskey (2002) uvádí, že učitelovo přesvědčení o správnosti „inquiry“ je dáno a zpevnováno i tím, že učitel zjišťuje, že žáci získávají z nových způsobů vyučování více. Jinými slovy, je to právě úspěšná implementace nových postupů, která vede k trvalé změně postojů a přesvědčení (Stuchlíková, 2010, s. 132).

Hledáním modelu přípravy učitelů (= professional development) a změny jejich postojů ve vztahu k užívání badatelsky orientovaného vyučování, resp. přípravy učitelů v současnosti obecně, se zabývalo více autorů, např. Clarke a Hollingsworth (2002) a Guskey (1986, 2002). Jejich modely shodně zahrnují jako vstupní momenty interakci vnějších impulsů i změnu – změnu znalostí a přesvědčení učitele a změnu aktivit při výuce ve třídě, jejichž důsledkem je změna výstupů na úrovni vzdělá(vá)ní žáka. Pro úspěšnou realizaci badatelsky orientovaného učení v rovině práce učitele je důležité propojování substantivní i syntaktické struktury vyučovaného oboru (viz Janík, Slavík, 2007, s. 59) a oborového a didaktického aspektu vzdělávání, propojování věcného obsahu vzdělávání se zprostředkujícími výukovými myšlenkovými konstrukcemi a s formou a metodou vyučování. Janík (2008), Janík a kol. (2007, 2009), Janík; Slavík (2007) hovoří v návaznosti na starší práce a v souvislosti s potřebou integrace „oborového“ a „didaktického“ o didaktické znalosti obsahu (= pedagogical content knowledge), tj. znalosti obsahu (oboru) vhodné pro vyučování oboru. Didaktická znalost obsahu se utváří při přípravě učitelů přeměnou znalostí obsahu buď konsekutivně nebo kumulativně (Janík, 2008, s. 27). Pro učitele, který užívá badatelsky orientované vyučování, je dobrá didaktická znalost obsahu nezbytností. Z „povahy věci“ lze pak spekulativně předpokládat, že pro přípravu učitele na „inquiry“ je kumulativní model souběžného studia odborného a didaktického, doprovázeného pedagogickou praxí, efektivnější, než model konsekutivní. Návrh schématu přípravy učitelů na BOV s inkorporací vzdělavatelů učitelů pak předkládá Papáček (2010, s. 157, 158). Uvedený návrh je nezávisle podpořen zprávou společnosti McKinsey & Company (2010), která pro zkvalitnění přípravy učitelů uvádí, že „*podle zkušeností z nejlepších vzdělávacích systémů je nejúčinnější podporou pro profesní rozvoj učitelů výměna příkladů nejlepší praxe. Tento přístup se uplatňuje v systémech, které se snaží o transformaci dobrých výsledků studentů na výsledky výborné.*“

3.3 EXISTUJE IDEA VÝBĚRU UČIVA PRO BOV?

Výběr obsahu učiva pro badatelsky orientované vyučování může být výběrem z výběru, tj. z obsahu oboru transformovaného do didaktického systému vzdělávacího předmětu; v našem případě do RVP a ŠVP a stávajících učebnic. Může však být

i výběrem mimo obsah učebnic, a to zejména v případě výuky realizované jako projektové dny, aj. Papáček (2010b, s. 157) a Petr (2010) nastiňují některé konkrétní možnosti pro inspiraci, kde a jak hledat témata vhodná pro BOV. Obecně lze říci, že výběr učiva pro BOV se může řídit jednak substantivním a syntaktickým obsahem tématu a charakteristikami významnými pro BOV, jako jsou dynamika vyvíjených poznatků, příběh a akce. Dalšími důležitými momenty výběru jsou (a) kritické posuzování tématu vzhledem k cílům vzdělávání a (b) ověření účinnosti ve výuce (reflexe) poté, co tematiku reálně pro BOV aplikujeme. Témata vybraná pro BOV a BOV samotné jsou pro didaktiku biologie výzvou v ohledu jejich zpracování do podoby didaktické znalosti obsahu (viz výše), k čemuž se zdá být skvělým, ale na čas a invenci náročným nástrojem metoda didaktické rekonstrukce (Jelemenská, Sander, Kattmann, 2003; Jelemenská, 2007). Výběr témat pro BOV je jistě výzvou i pro tvůrce skript pro vzdělávání učitelů a úloh pro demonstrace, experimenty a praktika. Zdá se totiž, že BOV v biologii je snad pro komplexitu oboru a podstatu předmětu vzdělávání (výuka o živých organizmech) i v zahraničí relativně málo rozpracované (Papáček, 2010b, s. 151, 152).

3.4 DIDAKTICKÝ VÝZKUM JAKO NÁSTROJ ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ V BIOLOGII PROSTŘEDNICTVÍM BOV?

Wieman (2005) se domnívá, že cestou pro transformaci výuky přírodních věd je pohlížet na vědu o učení (= didaktiku) jako na experimentální vědu, tj. zaujmout vědecký přístup ke vzdělání, kde se důsledně přihlíží k důkazům a ověřuje se co funguje, co ne a proč. Wiemanův (2005) přístup ukazuje, že proporce komponent vědy o učení mohou být vnitřně funkčně proměnlivé (tj. prvky pedagogiky, obecné a oborové didaktiky, pedagogické psychologie, ...) v závislosti na povaze řešeného problému (viz Papáček, 2006). Tak se ani v didaktice biologie neobejdeme bez terminologie a výzkumných nástrojů obecné metodologie vědy, pedagogiky a obecné didaktiky.

Co se týče orientace a kvality výzkumu v oblasti didaktik přírodních věd, jistý obraz poskytuje Janíkova (2004) analýza konferenčních příspěvků a Zpráva akreditační komise o hodnocení studijních programů z oblasti oborových didaktik přírodních věd (Kolektiv, 2010). Oba dokumenty shodně vypovídají o tom, že oborové didaktiky přírodních věd v národním prostředí mají před sebou mnoho úkolů k řešení (spolupráce a vzájemná inspirace mezi oborovými didaktikami, vymezení se coby oboru charakteru klinické disciplíny budované na základě pedagogické praxe základních a středních škol, otázky metodologie výzkumu, výzkum přírodovědné gramotnosti, výzkum vztahů učitel–učivo–žák, kvalita výstupů výzkumu aj.). Návrhy pro oblast základního výzkumu v oborových didaktikách shrnuje Janík (2005) obecně následujícími hesly: vymezení doménově specifických problémů oborových didaktik a hledání metodologie jejich řešení; realizace empirických výzkumů efektivnosti výuky; realizace evaluačních výzkumů (hodnocení procesů a výsledků vzdělávání). Dále tento autor konstatuje, že teoretickým vyústěním práce v oborových didaktikách by mělo být vytváření hypotéz a teorií na základě reflexe praxe, které mohou učitelé posloužit jako východisko pro jeho rozhodování a jednání.

Jakýmsi obecným „ideově-oborovým“ požadavkem na didaktiku biologie je korektně badatelsky analyzovat tendence ve vývoji v rámci všech stupňů biologického vzdělávání v mezinárodním kontextu a formovat jeho teorii a praxi. Podstatné je zakončení našeho národního bádání v oblasti didaktiky biologie v mezinárodní kontextu a vzhledem k reflexi výsledků mezinárodní vědecké komunity. Badatelsky oriento-

vané vyučování je v tomto ohledu pro didaktiku biologie rovněž velkou příležitostí a výzvou. Nabízí právě i smysluplné využívání metody didaktické rekonstrukce (viz Jelemenská, Sander, Kattmann, 2003; Jelemenská, 2007) jako výzkumného přístupu. Příkladem dobré oblasti pro výzkum může pak být např. i zkoumání kritérií, která učitelé využívají (by mohli využívat) pro výběr učiva, přípravu designu výuky a pro evaluaci výsledků badatelsky orientovaného vyučování a učení se.

4 ZÁVĚREM

Badatelsky orientované přírodovědné vyučování je vzdělávacím směrem, do kterého je vkládáno mnoho nadějí v rovině motivace žáků a zvýšení jejich zájmu o přírodovědné obory, v rovině rozvoje jejich kritického myšlení, kreativity a rozvoje jejich schopnosti řešit problémy. Ačkoli v českém vzdělávacím prostředí není pojem BOV běžně užíván, jeho metody v různých formách aktivizující výuky částečně užívány jsou. Vyučování přírodopisu, resp. biologie zahrnuje množství témat včetně inter(multi)disciplinárních, která se pro BOV nabízejí. Pro oborovou didaktiku biologie je BOV zdrojem inspirace, příležitostí kooperovat s oborovými didaktikami ostatních přírodovědných předmětů a i velkou výzvou. Touto příležitostí a výzvou jsou zejména oblasti (1) přípravy učitelů, (2) implementace BOV do praxe předškolní výchovy a praxe základních a středních škol a v neposlední řadě (3) oblast výzkumu různých aspektů BOV (např. zkoumání kritérií pro výběr učiva, zkoumání jak uspořádat funkční design výuky, výzkum v oblasti evaluace výsledků vyučování a učení se prostřednictvím BOV).

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl v rámci mezinárodního výzkumného a implementačního projektu S-TEAM (= Science Teacher Education Advanced Methods) financovaného grantem No 2348707. rámcového programu EU – Science and Society (Action 2.2.1.1 Innovative Methods in Science Education) a s podporou projektu GA JU 065/2010/S.

LITERATURA

ABELL, S. K. International perspectives on science teacher education: An introduction. In ABELL, S.K. (ed.). *Science teacher education. An international perspective*. Dordrecht, Boston, London : Kluwer Academic Publisher, 2000, pp. 3–6. ISBN 1-4020-0272-6.

BRZEZINA, M. Podpora technických a přírodovědných oborů. In PAPÁČEK, M. (ed.). *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování (DiBi 2010)*. Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, s. 4–10. [online] 2010 [cit. 2010–10–05] Dostupné na WWW: <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf>. ISBN 978-80-7394-210-6.

BYBEE, R. V. Scientific inquiry and science teaching. In FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. (ed.). *Science inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education*. Dordrecht, Netherlands : Kluwer Academic Publisher, 2004, pp. 1–14. ISBN 1-4020-2671-4.

CLARKE, D.; HOLLINGSWORTH, H. Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 2002, Vol. 18, No. 4, pp. 947–967. ISSN 0742-051X.

ČÍŽKOVÁ, V. Experimentální metoda v oborových didaktikách – možnosti a omezení. [online] *Příspěvek na konferenci Současné metodologické přístupy a strategie pedagogického výzkumu pořádané Katedrou pedagogiky FPE ZČU v Plzni a Českou asociací pedagogického výzkumu pod záštitou rektora ZČU v Plzni doc. Ing. J. Průšy, CSc., ve dnech 5.–7. září 2006 na ZČU*, 2006 [cit. 2010–10–05] Dostupné na WWW: <http://www.kpg.zcu.cz/capv/HTML/127/default.htm>.

DeBOER, G. *A history of ideas in science education: Implications for practice*. New York, NY : Teachers College Press, 1991. ISBN 080773053X.

DeHART HURD, S. Modernizing science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 2002, Vol. 39, No. 1, p. 3–9. ISSN 0022-4308.

EASTWELL, P. Inquiry learning: Elements of confusion and frustration. *The American biology teacher*, 2009, Vol. 71, No. 5, pp. 263–264. ISSN 1938-4211.

GLASGOW, N. A.; HICKS, C. D. *What successful teachers do: 101 research-based classroom strategies for new and veteran teachers*. 2nd ed. Thousand Oaks, Kalifornia : Corwin Press, 2009. ISBN 978-1-4129-6618-4.

GUSKEY, T. R. Staff development and the process of teacher change. *Educational Researcher*, 1986, Vol. 15, No. 5, pp. 5–12. ISSN 1935-102X.

GUSKEY, T. R. Does it make a difference? Evaluating a professional development. *Educational Leadership*, 2002, Vol. 59, No. 6, pp. 45–51. ISSN 0013-1784.

JANÍK, T. Oborové didaktiky v pregraduálním učitelském studiu: analýza příspěvků z konference. In JANÍK, T.; MUŽÍK, V.; ŠIMONÍK, O. (ed.). *Oborové didaktiky v pregraduálním učitelském studiu*. Sborník z konference konané 13.–14. září 2004 na PdF MU v Brně [CD-ROM]. Brno : MU, 2004, s. 1–8. ISBN 80-210-3474-2.

JANÍK, T. K oborovým didaktikám na PdF MU. Zpráva z pracovního semináře k oborovým didaktikám na PdF MU. *Bulletin CPV, Brno*, 2005/2. [on line] 2005 [cit. 2006–05–20]. Dostupné na WWW: <http://www.ped.muni.cz/weduresearch/texty/BulletinCPV2005-2.doc>.

JANÍK, T. K problému integrace oborové a didaktické přípravy učitelů: model učitelského vzdělávání založený na konceptu didaktické znalosti obsahu. In HAVEL, J.; ŠIMONÍK, O.; ŠTÁVA, J. (ed.). *Pedagogická praxe a oborové didaktiky*. Brno : MSD, 2008, s. 26–32. ISBN 978-80-7392-052-4.

JANÍK, T. a kol. *Pedagogical content knowledge nebo didaktická znalost obsahu?* Brno : Paido, 2007. ISBN 978-80-7315-139-3.

JANÍK, T. a kol. *Možnost rozvíjení didaktických znalostí u budoucích učitelů*. Brno : Paido, 2009. ISBN 978-80-7315-176-8.

JANÍK, T.; SLAVÍK, J. Vztah obor – vyučovací předmět jako metodologický problém. *Orbis scholae*, 2007, roč. 1, č. 1, s. 54–66. ISSN 1802-4637.

JANOŠKOVÁ, S.; NOVÁK, J.; MARŠÁK, J. Trendy ve výuce přírodovědných oborů z evropského pohledu. *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnavensis*, Ser. D, Supplementum, roč. 2, č. 12, s. 129–132. [on line] 2008 [cit. 2010–03–07].

Dostupné na WWW:

http://pdfweb.truni.sk/katchem/ZBORNIK_2008/Janouskova_Novak_Marsak.pdf
ISBN 978-80-8082-324-5.

JELEMENSKÁ, P. Problém vytvorenia učebného prostredia v odborných didaktikách. *Didaktika biológie z pohľadu Modelu didaktickej rekonštrukcie. Pedagogika*, 2007, roč. 57, č. 2, s. 153–165. ISSN 3330-3815.

JELEMENSKÁ, P.; SANDER, E.; KATTMANN, U. Model didaktickej rekonštrukcie. Impuls pre výskum v odborných didaktikách. *Pedagogika*, 2003, roč. 53, č. 2, s. 190–201. ISSN 3330-3815.

JEŘÁBEK, J.; KRČKOVÁ, S.; HUČÍNOVÁ, L. a kol. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. VÚP v Praze. 104 s. [online] 2007 [cit. 2010–09–12]

Dostupné na WWW:

<http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolskareforma/ramcove-vzdelavaci-programy>).
ISBN 978-80-87000-11-3.

JEŘÁBEK, J.; TUPÝ, J. a kol. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání s přílohou upravující vzdělávání žáků s lehkým mentálním postižením*. VÚP Praha, Praha : Tauris, 92 s. [online] 2006 [cit. 2010–09–12] Dostupné na WWW: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolskareforma/ramcove-vzdelavaci-programy>).
ISBN 80-87000-02-1.

KOLEKTIV. *Zpráva Akreditační komise o hodnocení doktorských studijních programů z oblasti oborových didaktik přírodních věd, duben 2010*. [online] 2010 [cit. 2010–10–05] Dostupné na WWW: http://www.akreditacnikomise.cz/attachments/231_hodnoceni_dsp_didaktiky_2010.pdf).

KORŠŇÁKOVÁ, P. Prírodovedná gramotnosť slovenských žiakov a študentov. In MATEJOVIČOVÁ, B.; SANDANUSOVÁ, A. (ed.). *Metodologické aspekty a výskum v oblasti didaktik prírodovedných, poľnohospodárskych a príbuzných odborov*. Nitra : FPV UKF, Prírodovedec, č. 171, 2005, s. 34–39. ISBN 80-8050-848-8.

LEONOVIČOVÁ, V. V.; NOVÁK, V. J. A. *Evoluce biologických základů lidského chování*. Praha : Academia, 1982. ISBN 21-083-82.

LINN, M. C.; DAVIS, E. A.; BELL, P. *Internet environments for science education*. Mahwah, NJ, USA : Lawrence Erlbaum, 2004, ISBN 0-8058-4303-5.

MAREŠ, J.; GAVORA, P. *Anglicko-český pedagogický slovník*. Praha : Portál, 1999. ISBN 80-7178-310-2.

MARŠÁK, J.; JANOUŠKOVÁ, S. *Trendy v přírodovědném vzdělávání*. Metodický portál RVP. [online] 2006 [cit. 2010–10–21] Dostupné na WWW:

<http://clanky.rvp.cz/clanek/a/115/1055/TRENDY-V-PRIRODOVEDNEM-VZDELAVANI.html>

McKINSEY & Company. *Klesající výsledky českého a základního školství: fakta a řešení*. [online] 2010 [cit. 2010–10–05] Dostupné na WWW:

http://www.mckinsey.com/locations/prague/work/probono/2010_09_02_McKinsey&Company_Klesajici_vysledky_ceskych_zakladnich_a_strednich_skol_fakta_a_reseni.pdf

MILLER, R. Equity in a twenty-first century learning intensive society: is schooling part of the solution? *Foresight*, 2006, Vol. 8, No. 4, pp. 13–22. ISSN 1463-6689.

- MILLER, R. Futures literacy: A hybrid strategic scenario method. *Futures: the journal of policy, planning and future studies*, 2007, Vol. 39, pp. 341–362. ISSN 0016-3287.
- NADER, C. Meet the alpha generation. *Brisbane Times, Style & Life*, [online] Published March 20, 2010. [cit. 2010–10–02] Dostupné na WWW: <http://www.brisbanetimes.com.au/lifestyle/lifematters/meet-the-alpha-generation-20100320-qmnr.html>
- PAPÁČEK, M. Nároky na současnou didaktiku biologie. In DARGOVÁ, J.; DARÁK, M. (ed.). *Didaktika v dimenziách vedy a praxe*. Zborník príspevkov z konferencie z medzinárodnou účasťou konanej 6.–7. októbra 2005 v Prešove. Euroeducation, n.o., Prešov, 2006, s. 330–335. ISBN 80-969578-0-5.
- PAPÁČEK, M. (ed.). Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování (DiBi 2010). Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, 165 s. [online] 2010a [cit. 2010–10–05] Dostupné na WWW: <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf> ISBN 978-80-7394-210-6.
- PAPÁČEK, M. Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. In PAPÁČEK, M. (ed.). *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování (DiBi 2010)*. Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, s. 145–162. [online] 2010b [cit. 2010–10–05] Dostupné na WWW: <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf> ISBN 978-80-7394-210-6.
- PETR, J. Biologická olympiáda – inspirace pro badatelsky orientované vyučování přírodopisu a jeho didaktiku. In PAPÁČEK, M. (ed.). *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování (DiBi 2010)*. Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, s. 136–144. [online] 2010 [cit. 2010–10–05] Dostupné na WWW: <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf> ISBN 978-80-7394-210-6.
- POSNICK-GOODWIN, S. Meet generation Z. *California Educator*, [online] 2010a, Vol. 14, No. 5 [cit. 2010–10–02] Dostupné na WWW: <http://www.cta.org/Professional-Development/Publications/Educator-Feb-10/Meet-Generation-Z.aspx> ISSN 1091-6148.
- POSNICK-GOODWIN, S. New strategies for a new generation. *California Educator*, [online] 2010b, Vol. 14, No. 5 [cit. 2010–10–02] Dostupné na WWW: <http://www.cta.org/Professional-Development/Publications/Educator-Feb-10/New-strategies-new-generation.aspx> ISSN 1091-6148.
- ROCHARD, M.; CSERMELY, P.; JORDE, D. et al. *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels : European Commission, Directorate-General for Research, Science, Economy and Society, Information and Communication Unit, 2007, 22 pp. ISBN 978-92-79-05659-8. ISSN 1018-5593.
- SCHWARZ, R. S.; CRAWFORD, B. A. Authentic scientific inquiry as context for teaching nature of science: Identifying critical elements for success. In FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. (ed.). *Science inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education*. Dordrecht, Netherlands : Kluwer Academic Publisher, 2004, pp. 331–356. ISBN 1-4020-2671-4.

STUHLÍKOVÁ, I. O badatelsky orientovaném vyučování. In PAPÁČEK, M. (ed.). *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování (DiBi 2010)*. Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, s. 129–135. [online] 2010 [cit. 2010–10–05] Dostupné na WWW: <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf> ISBN 978-80-7394-210-6.

SUNDBERG, M. D. Teacher training in a content-oriented biology department. *Action Bioscience org*, [online] 2002 [cit. 2005–10–21] Dostupné na WWW: <http://www.actionbioscience.org/education/sundberg.html>

ŠKODA, J.; DOULÍK, P. Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 2009, roč. 19, č. 3, s. 24–44. ISSN 1211-4669.

ŠVECOVÁ, M. Přírodovědné vzdělávání v kontextu dynamického rozvoje biologických disciplín. In *Progres v biologii*. Zborník referátov z medzinárodnej konferencie 4. Biologické dni. 8.–9. September 2005. FPV UKF, Nitra, Prírodovedec, 178, s. 37–42. ISBN 80-8050-864-X.

TRNA, J. Nastává éra mezioborových didaktik? *Pedagogická orientace*, 2005a, roč. 15, č. 1, s. 89–97. ISSN 1211-4669.

TRNA, J. Didaktika přírodovědy a rámcové vzdělávací programy. In *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2*. Sborník referátů z konference, Srní 28.–30. 4. 2005. Plzeň : ZČU. 2005b, s. 160–166. Dostupné na WWW: <http://kof.zcu.cz/ak/trendy/2/sbornik/trna/srnitrna.doc> ISBN 80-7043-418-X.

VOHRA, F. C. Changing trends in biological education: An international perspective. *Biology International*, Vol. 2000, No. 39, pp. 49–55. [on line] 2000 [cit. 2006–05–12]. Dostupné na WWW: <http://www.iubs.org/pdf/publ/BI/BI%20Numero%2039.pdf> ISSN 0253-2069.

WAKE, M. H. 2008. Integrative biology: Science for the 21st century. *BioScience*. Vol. 58, No. 4, pp. 349–353. ISSN 0006-3568.

White Wolf Consulting. Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory. [online] 2009 [cit. 2010–05–06] Dostupné na WWW: http://ipn.msmt.cz/data/uploads/portal/Duvody_nezajmu_zaku_o.PTO.pdf

WIEMAN, C. From the National Academies: Overview of the National Research Council's Board on science education and personal reflections as a science teacher. *Cell Biology Education*, 2005, Vol. 4, No. 2, pp. 118–120. ISSN 1536-7509.

YOUNES, T. Biological education: Challenges of the 21st century. *Biology International*, Vol. 2000, No. 39, pp. 8–13. [on line] 2000 [cit 2006–05–12]. Dostupné na WWW: <http://www.iubs.org/pdf/publ/BI/BI%20Numero%2039.pdf> ISSN 0253-2069.

Miroslav Papáček – E-mail: papacek@pf.jcu.cz
Katedra biologie Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity
Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice, Česká republika

Postoje žáků k výuce fyziky v České republice – vybrané výsledky

Martina Kekule, Vojtěch Žák

Abstrakt

Článek se zabývá vybranými výsledky dotazníkového šetření, které bylo provedeno v letech 2006 až 2008 v České republice. Šetření se zúčastnilo téměř 1900 žáků druhého stupně základních škol (příp. odpovídajících ročníků víceletých gymnázií) a více než 2000 studentů středních škol. Respondenti vyjadřovali své názory pomocí čtyřstupňové Likertovy škály na tvrzení, která se týkala příčin, proč se učí fyziku, a obecných témat a aktivit, které by chtěli (nebo nechtěli) dělat v hodinách fyziky. Odpovědi byly analyzovány podle typu školy a pohlaví respondentů. Hlavní nálezy a závěry jsou zmíněny a diskutovány v článku.

Klíčová slova: postoje k učení se fyzice, dotazník, důvody proč se učit, aktivity ve výuce fyziky.

Selected Attitudes of Students to Physics at School in the Czech Republic

Abstract

The article deals with some of the results of questionnaire research conducted during the years 2006–2008 in the Czech Republic. Almost 1900 students of lower secondary schools and more than 2000 students of upper secondary schools scaled their opinions on statements about reasons why they learn physics and about general topics and activities which they would like (or dislike) to do in their physics lessons. The answers were analyzed according to the type of school they attend and their sex and were scaled using 4-point Likert scale. Main findings and conclusions are mentioned and discussed in the contribution.

Key words: attitudes to physics learning, questionnaire, reasons why to learn, activities in physics lessons.

1 INTRODUCTION

Although physics is one of the most important fields for the development of our civilisation, it is one of the least popular subjects at schools in many European countries (European Commission, 2004). It is obvious that the study itself of this field motivates students little for their future career in the field of natural sciences and technical disciplines.¹ Universities focusing on the study of natural sciences and above all physics face a decreasing number of applicants. We encounter this phenomenon also at the Faculty of Mathematics and Physics at Charles University in Prague (Czech Republic).

The indicated trend of the decreasing interest in physics, technical study fields and natural science can be traced for many years in the original states of the European Union. It is indicated mainly by the decrease of people choosing their professional career in the field of natural sciences and technologies (European Commission, 2004). As it is stated by Kennedy (1993) there is “a clear association between economic performance and the numbers of engineers and scientists produced by a society”. As there is a need to increase the number of students who choose their future profession in the field of natural sciences or technical professions, the research of the students’ attitudes towards the mentioned study areas comes to the forefront.

2 THEORETICAL BACKGROUND AND STATE OF THE ART

According to Gardner (1975) it is necessary to distinguish between “attitudes towards science” and “scientific attitudes”. Scientific attitudes means eg. (Osborne, 2003) respect to logic, a demand for verification etc. These attitudes include various cognitive skills. Attitudes towards science include (Osborne, 2003):

- the perception of science teachers,
- anxiety toward science,
- the value of science,
- self-esteem in science,
- motivation towards science,
- enjoyment of science,
- attitudes of peers and friends towards science,
- attitudes of parents towards science,
- the nature of the classroom environment,
- achievement in science
- fear of failure in course.

Previous studies mainly from Europe (The Relevance of Science Education, 2006; Sjøberg, 2006; Jenkins, 2006) focused on the indication of attitudes towards natural sciences and technical disciplines from different viewpoints. According to these viewpoints, we can classify the examined attitudes into three groups:

¹Natural sciences and technical disciplines are further in the text denoted only with NS and TD.

- *attitudes, opinions and perception of NS and TD generally*, including opinions on scientists, perception of research and its importance for the society and every-day life;
- *attitudes, opinions and perception of NS and TD at school*, it means attitudes towards subjects closely connected with NS and TD;
- *attitudes to career in NS and TD*.

An inseparable part of the research results is also the gender viewpoint.

Various kinds of research conducted in Europe focusing on the attitudes and motivation to the study of NS have been dealing mainly with the following questions:

1. Do students have different attitudes towards particular subjects (such as biology, chemistry and physics) within NS?
2. Do they perceive these subjects as interesting or difficult?
3. Which topics connected with NS are perceived by students as interesting?
4. Is the attitude to NS generally and to NS learnt at school different?
5. Do students perceive the subject matter presented at school as useful for their future life and career?

3 RESEARCH AIMS AND QUESTIONS

The Department of Physics Education at the Faculty of Mathematics and Physics at Charles University has been dealing, in the framework of the national grant project of the National Research Programme II of the Ministry of Education, Youth and Sports² (No. 2E06020) with the question what are the factors that make physics to be rather an unpopular subject.

The aim of the whole research mentioned above focused on the interest, experience and attitudes towards physics and classes of physics is to increase the interest of students in physics. In the research monitoring the present state, we try to find ways to make physics more attractive and interesting, and to be perceived by students as a source of useful information for their every-day life. We would like the students to see physics not only as a necessary evil, as they perceive it in many cases unfortunately.

The main goal of this study is to determine opinions of students regarding physics lessons with a closer focus on the following areas:

- reasons why students learn physics,
- general topics which students would like (or dislike) to do in physics classes,
- learning activities which students would like (or dislike) to do in physics classes.

²The original abbreviation for 'the National Research Programme II of the Ministry of Education, Youth and Sports' is 'NPVII MŠMT'.

In all three cases, experts in the fields of Pedagogy and Didactics of Physics formulated relevant contents of the given areas, i. e. relevant reasons, topics and activities, to which students should make comments. Within the research, the students expressed the extent of their approval (or disapproval) with the particular statements.

Another goal of the study is to outline how the found opinions can be used to support students' motivation to study physics.

Design of the research draws attention to the students' opinions and falls in the so called "student voice", as it is perceived by Jenkins (2006), when citing Reiss (2000): "School science education can only succeed when pupils believe that the science they are being taught is of personal worth to themselves."

Research questions of this study are:

1. What are the strongest and the weakest reasons (from the offered) students learn physics?
2. To which of the offered general topics would students like to concentrate in physics lessons?
3. Which of the offered activities would students like to undertake in physics lessons?

For each of the above mentioned questions, we investigated differences between various age groups of students and differences between boys and girls. Age and gender seems to be most significant variables which influence to the greatest extent pupils' attitude to science. Gardner (1975) says that "probably sex is the most significant variable related towards pupils' attitude to science". Jenkins (2006) considers as more dominant age when talking about younger elementary school pupils. According to previous studies (see Osborne, 2003), the age when there is a deep decrease in the interest in science was identified as 11 and 14 years.

4 METHODS

We decided to use questionnaire as a research method.³ The participating students were offered statements formulated and chosen by experts from the areas of Pedagogy and Didactics of Physics. The statements were based on previous research conducted in Europe (Lavonen et al.; Jenkins, Williams, ROSE project).

The investigation was conducted in the framework of the project called "Physics Education for a Versatile Preparation and Development of Human Resources at the Primary and Secondary School Level", which is a part of the National Research Programme II. The research team is from the Department of Physics Education MFF UK. The survey took place from October 2006 to March 2008 in the following phases:

- creation of the first version of the questionnaire
- inner review of the first version

³The whole questionnaire contained about 150 items which were concerning several parts: topics and activities which students would prefer in physics lessons, motivation towards physics learning, occupation connected with physics or technology, etc. Results concerning only several parts are mentioned below. Other results are presented for example in (Dvořák, et al., 2008).

- external review of the adjusted version
- selection and addressing of schools
- pilot study (at lower secondary schools⁴ one-level, at upper secondary schools⁵ two-level)
- administration (spring 2007)
- statistical processing
- interpretation of the obtained data

The aim of the selection of respondents was to obtain a representative sample of students of lower secondary schools and students of upper secondary schools in the Czech Republic, where it is probable that the students will choose their future career in the field of NS and TD. The most suitable schools meeting this criterion are above all grammar schools (included in LSS or USS, according to the age of students) and schools of technical field (included in USS). The elementary schools (included in LSS) were chosen from all regions of the Czech Republic and towns of various size.

Table 1: The selection of schools, classes and students

number of	LSS	USS	sum
<i>schools</i>	42	47	89
<i>classes</i>	84	99	183
<i>students</i>	1 886	2 348	4 234
<i>notices</i>	from all 14 regions of the Czech Republic villages and towns of various size	27 grammar schools, chosen from Bohemia, Moravia and Prague 20 schools of technical field	

The sample of respondents we obtained is representative in term of the age of students, type of school, and locality.

Using methods of statistics, we investigated (for each item)

- **arithmetic mean** of evaluation of every item made by students
- **standard deviation** of evaluation of every item made by students
- **statistical significance of the differences** in the average evaluation made by various groups of students using Kolmogorov-Smirnov test (Anděl, 2003; Marsaglia, G. et al., 2003).

⁴Lower secondary schools (students at the age from 12 to 15 years) is further in the text denoted only with LSS.

⁵Upper secondary schools (students at the age from 16 to 19 years) is further in the text denoted only with USS.

5 FINDINGS

5.1 REASONS WHY STUDENTS LEARN PHYSICS

5.1.1 INTRODUCTION

The part of the questionnaire, which was used to obtain data about reasons why students learn physics, included the following statements: I learn physics because — I want to have good marks; my parents want me to have good marks; I will need physics later on when studying at secondary school or university; I like physics; I think that physics is important; my parents think that physics is important; I want to know how things around me work; I will need physics in my future profession. These statements were formulated and chosen by experts from the areas of Pedagogy and Didactics of Physics and based on previous research in Europe.

Table 2: The statements in the questionnaire — reasons why students learn physics

I learn physics because. . .	I agree very much	I rather agree	I rather disagree	I completely disagree
<i>I want to have good marks (R1)</i>				
<i>my parents want me to have good marks (R2)</i>				
<i>I will need physics later on when studying at secondary school or university (R3)</i>				
<i>I like physics (R4)</i>				
<i>I think that physics is important (R5)</i>				
<i>my parents think that physics is important (R6)</i>				
<i>I want to know how things around me work (R7)</i>				
<i>I will need physics in my future profession* (R8)</i>				

The questionnaires designed for LSS students do not include the last statement R8 (*). The respondents expressed their rate of agreement or disagreement with the statements using the four-level Likert Scale:

I agree very much – 1

I rather agree – 2

I rather disagree – 3

I completely disagree – 4

5.1.2 GENERAL FOCUS

Table 3 presents arithmetic means and standard deviations for particular statements – reasons “why I learn physics” (R1 to R7), starting with the smallest one (the most agreeing evaluation).

Conclusion 1: *The strongest reasons are I want to have good marks (R1) and My parents want me to have good marks (R2). The weakest reasons are I like physics (R4) and My parents think that physics is important (R6).*

Table 3: Evaluation of particular reasons made by all students

reason (strongest first)	arithmetic mean	standard deviation
<i>R1</i>	1.83	0.82
<i>R2</i>	2.08	1.00
<i>R3</i>	2.33	1.06
<i>R5</i>	2.33	0.90
<i>R7</i>	2.43	1.06
<i>R6</i>	2.61	0.97
<i>R4</i>	2.70	1.03

The obtained information differs regarding particular groups of students. We assumed that there were differences between students depending on

- students' sex in relation to the type of school
- type of school (between LSS and USS).

These differences are discussed in the following text.

5.1.3 COMPARISON BASED ON STUDENTS' SEX IN RELATION TO THE TYPE OF SCHOOL

Table 4: Arithmetic means of evaluation made by four groups — LSS girls, LSS boys, USS girls, and USS boys

reason	LSS		USS	
	girls	boys	girls	boys
<i>R1</i>	1.58	1.65	1.89	2.08
<i>R2</i>	1.82	1.76	2.44	2.23
<i>R3</i>	2.09	1.87	2.92	2.39
<i>R4</i>	2.73	2.29	3.12	2.66
<i>R5</i>	2.38	2.06	2.61	2.27
<i>R6</i>	2.41	2.20	3.04	2.72
<i>R7</i>	1.97	1.79	3.19	2.63
<i>R8</i>	–	–	2.11	1.90

Conclusion 2: *The strongest* reasons of girls attending LSS and boys attending LSS are the same — *I want to have good marks (R1)* and *My parents want me to have good marks (R2)*. *The weakest* reasons at LSS boys and LSS girls are also the same — *I like physics (R4)* and *My parents think that physics is important (R6)*.

There is not a difference in LSS as it is between girls and boys in USS: *The strongest reason* stated by girls in USS is *I want to have good marks (R1)* followed by the reason *I will need physics in my future profession (R8)*. Regarding boys, the order of the strongest reasons is other way round. *The weakest reasons* for girls in USS are *I want to know how things around me work (R7)* and *I like physics (R4)*, while boys in USS consider the weakest reason *my parents think that physics is important (R6)* and *I like physics (R4)*. Table 4 outlines that the evaluation of girls of LSS and USS is (except for *R1*) worse than in comparison with boys of LSS and USS. In the following part, the statistical significance of the differences is calculated.

Table 5: Statistical significance of the differences in the average evaluation made by LSS girls (group 1; 843 students) and LSS boys (group 2; 931 students)

reason	max. negative difference	max. positive difference	p-level	arith. mean 1	arith. mean 2	stand. dev. 1	stand. dev. 2
<i>R1</i>	-0.03	0.00	> 0.100	1.58	1.65	0.71	0.80
<i>R2</i>	0.00	0.04	> 0.100	1.82	1.76	0.92	0.89
<i>R3</i>	0.00	0.13	< 0.001	2.09	1.87	0.92	0.92
<i>R4</i>	0.00	0.20	< 0.001	2.73	2.29	1.04	1.08
<i>R5</i>	0.00	0.17	< 0.001	2.38	2.06	0.89	0.90
<i>R6</i>	0.00	0.12	< 0.001	2.41	2.20	0.95	0.94
<i>R7</i>	0.00	0.11	< 0.001	1.97	1.79	0.91	0.91

Conclusion 3: Based on the Kolmogorov-Smirnov test, we can say that the agreement with all reasons except reasons *R1* and *R2* between LSS girls and LSS boys is from the statistical point of view significantly different ($p < 0.001$). *LSS girls agree with the reasons R3–R7 less than LSS boys.*

Table 6: Statistical significance of the differences in the average evaluation made by USS girls (group 1; 957 students) and USS boys (group 2; 1 268 students)

reason	max. negative difference	max. positive difference	p-level	arith. mean 1	arith. mean 2	stand. dev. 1	stand. dev. 2
<i>R1</i>	-0.09	0.00	< 0.001	1.89	2.08	0.78	0.86
<i>R2</i>	0.00	0.10	< 0.001	2.44	2.23	1.02	0.98
<i>R3</i>	0.00	0.23	< 0.001	2.92	2.39	1.04	1.02
<i>R4</i>	0.00	0.22	< 0.001	3.12	2.66	0.89	0.97
<i>R5</i>	0.00	0.19	< 0.001	2.61	2.27	0.86	0.87
<i>R6</i>	0.00	0.15	< 0.001	3.04	2.72	0.87	0.91
<i>R7</i>	0.00	0.25	< 0.001	3.19	2.63	0.87	0.95
<i>R8</i>	0.00	0.12	< 0.001	2.11	1.90	0.80	0.79

Conclusion 4: Based on the Kolmogorov-Smirnov test, we can say that the agreement with all the reasons between USS girls and USS boys is from the statistical point of view significantly different ($p < 0.001$). *USS girls agree with reasons R2–R8 less than USS boys. Girls more agree with reason R1 — I want to have good marks — than boys.*

5.1.4 COMPARISON BASED ON TYPE OF SCHOOL

Conclusion 5: *The strongest reasons of students attending LSS and USS are the same — I want to have good marks (R1) and My parents want me to have good marks (R2). The weakest reasons of students of LSS and USS are I like physics (R4) and My parents think that physics is important (R6). At USS students, the weakest reason is also I want to know how things around me work (R7). Regarding reason R7, there is the greatest decrease in the evaluation between LSS and USS — by 1 degree.*

Table 7: Arithmetic means of evaluation made by two groups of students — LSS (1 792 students) and USS (2 265 students)

reason	LSS	USS
<i>R1</i>	1.62	2.00
<i>R2</i>	1.79	2.32
<i>R3</i>	1.98	2.62
<i>R4</i>	2.50	2.86
<i>R5</i>	2.22	2.42
<i>R6</i>	2.30	2.86
<i>R7</i>	1.88	2.88

Table 7 outlines that the evaluation of students of USS is worse than in comparison with students of LSS. In the following part, the statistical significance of the differences is calculated.

Table 8: Statistical significance of the differences in the average evaluation made by students of LSS (group 1) and students of USS (group 2)

reason	max. negative difference	max. positive difference	p-level	arith. mean 1	arith. mean 2	stand. dev. 1	stand. dev. 2
<i>R1</i>	-0.24	0.00	< 0.001	1.62	2.00	0.76	0.83
<i>R2</i>	-0.23	0.00	< 0.001	1.79	2.32	0.90	1.01
<i>R3</i>	-0.28	0.00	< 0.001	1.98	2.62	0.93	1.06
<i>R4</i>	-0.16	0.00	< 0.001	2.50	2.86	1.08	0.96
<i>R5</i>	-0.10	0.00	< 0.001	2.22	2.42	0.91	0.88
<i>R6</i>	-0.25	0.00	< 0.001	2.30	2.86	0.95	0.91
<i>R7</i>	-0.43	0.00	< 0.001	1.88	2.88	0.91	0.96

Conclusion 6: Based on the Kolmogorov-Smirnov test, we can say that the agreement with all the reasons between LSS students and USS students is from the statistical point of view significantly different ($p < 0.001$). *USS students agree with all the reasons less than LSS students.*

5.2 GENERAL TOPICS AND ACTIVITIES WHICH STUDENTS WOULD LIKE (OR DISLIKE) TO DO

5.2.1 INTRODUCTION

In order to find out motivational activities we have analyzed two parts of the questionnaire which concerned general topics which students would like to deal with and activities which students would dis/like to do in physics classes. For expressing students' rate of dis/agreement four-level Likert scale have been used (see Table 9).

From the range of statistical methods we used: arithmetic mean of evaluation of every item made by students, statistical significance of the differences in the average evaluation made by various groups of students using Kolmogorov-Smirnov test (Anděl, 2003).

5.2.2 GENERAL FOCUS

In this part of the questionnaire, the students were to express which of the general topics they would like to deal with in classes of physics. Statements which were formulated and chosen by experts are shown below:

Table 9: The questionnaire statements concerning general topics of physics lessons students would like to focus on

During physics lessons I would like to focus on...	I agree very much	I rather agree	I rather disagree	I completely disagree
<i>skills useful for life (F31)</i>				
<i>principles of functioning of things around (F32)</i>				
<i>essential physical inventions (F33)</i>				
<i>topics necessary for entrance examinations for universities (F34)</i>				
<i>applications in technical fields (F35)</i>				
<i>lives of scientists and historical connections (F36)</i>				
<i>measure devices and their use (F37)</i>				
<i>methods used by scientists (F38)</i>				
<i>links with other fields (F39)</i>				

The questionnaire for LSS students was adjusted, so that items *F34*, *F35*, *F38* were omitted.

Table 10 presents arithmetic means for particular statements for LSS and USS students.

Table 10: General focus — evaluation of statements made by LSS and USS students (1 = strongly agree)

statement	arithmetic mean	
	LSS	USS
<i>F31</i>	1.59	1.29
<i>F32</i>	1.88	1.62
<i>F33</i>	2.05	2.20
<i>F34</i>	–	1.98
<i>F35</i>	–	2.28
<i>F36</i>	2.69	2.91
<i>F37</i>	2.16	2.45
<i>F38</i>	–	2.49
<i>F39</i>	2.37	2.26

Conclusion 7: Students attending LSS and USS are the most interested in activities and topics which concerning everyday life: *During physics lessons I would like to*

focus on skills useful for life (F31) and on principles of functioning of things around (F32). The weakest assessment of students of LSS and USS are *lives of scientists and historical connections* (F36).

Table 10 outlines that the evaluation of USS students is in half cases worse in comparison with students of LSS.

The obtained results vary for different groups of students. We were interested especially in differences between girls and boys. Comparison based on USS students' sex is shown below.

Table 11: General focus — comparison based on USS students' sex (1 = strongly agree)

statement	arithmetic mean	
	girls	boys
F31	1.27	1.31
F32	1.65	1.60
F33	2.28	2.14
F34	1.98	1.98
F35	2.69	1.96
F36	2.70	3.07
F37	2.60	2.34
F38	2.52	2.46
F39	2.21	2.30

For better overview the obtained results are presented in a graph below.

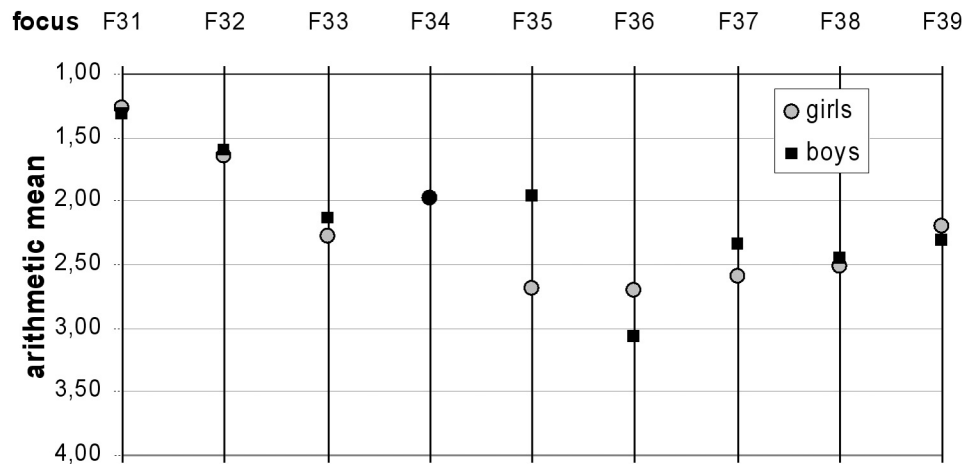


Figure 1: General focus — comparison based on USS students' sex (1 = strongly agree)

Conclusion 8: Girls were in assessment of the statements more negative than boys. Only the item *During physics lessons I would like to focus on lives of scientists and historical connections* (F36) they preferred more than boys. The biggest difference is in item F35: *applications in technical fields* and already mentioned F36 concerning history. There is no difference in preference of topics and activities focused on everyday life (F31, F32). Also *links with other fields* (F39) and topic about *methods used by scientists* (F38) are interested the same way for boys and girls.

These conclusions were made based on result of statistical investigation by Kolmogorov-Smirnov test. Results about statistical significance of the differences are calculated in a table below.

Table 12: Statistical significance of the differences in the average evaluation made by USS girls (group 1) and USS boys (group 2)

reason	max. negative difference	max. positive difference	p-level	arith. mean 1	arith. mean 2	stand. dev. 1	stand. dev. 2
<i>F31</i>	-0.02	0.00	> 0.100	1.27	1.31	0.52	0.56
<i>F32</i>	0.00	0.05	> 0.100	1.65	1.60	0.66	0.65
<i>F33</i>	0.00	0.07	< 0.025	2.28	2.14	0.78	0.81
<i>F34</i>	-0.06	0.03	< 0.050	1.98	1.98	1.01	0.92
<i>F35</i>	-0.00	0.37	< 0.001	2.69	1.96	0.87	0.87
<i>F36</i>	-0.18	0.00	< 0.001	2.70	3.07	0.96	0.87
<i>F37</i>	0.00	0.15	< 0.001	2.60	2.34	0.81	0.83
<i>F38</i>	0.00	0.03	> 0.100	2.52	2.46	0.87	0.86
<i>F39</i>	-0.05	0.00	> 0.100	2.21	2.30	0.92	0.91

Conclusion 9: Based on the Kolmogorov-Smirnov test, we can say that the agreement with five items (*F31*, *F32*, *F38*, *F39*) between boys and girls is from the statistical point of view significantly different ($p < 0.050$).

5.3 ACTIVITIES

In this part of the questionnaire, the students were to express which activities they would dis/like to do in classes of physics. Statements which were formulated and chosen by experts of pedagogy and didactics of physics are shown in Table 13.

This part of the questionnaire for LSS students stayed almost the same, only items *A44* and *A45* were linked together.

Table 14 presents arithmetic means for particular statements for LSS and USS students. Table 15 presents activities ordered according to the average obtained score.

Conclusion 10: The evaluation of the offered activities, which students would dis/like to do in classes of physics, is again *very positive* in total for both levels. Only one activity (*Solving problems including calculations (A48)*) for LSS level and three activities for USS (*learning to estimate measurement deviations (A43)*; *deducing formulae, not only memorizing them (A49)* and *solving problems including calculations (A48)*) have below-average evaluation.

For detailed comparison of assessment between LSS and USS students we compared the rank of the statements evaluation. The part of questionnaire for USS contained one item more (*A45*) which we omitted for the purpose of ordering. Differences in rank of the statements evaluation between LSS and USS students are shown in Table 16.

Conclusion 11: The biggest difference in assessment of the items is for *Inventing and discovering (A411)* and *Learning to classify and systemize data (A415)*. Although USS students would prefer hands-on experiments they prefer inventing and discovering (*A411*) much less than LSS students. On the other hand they are much more interested in classifying and systemizing data.

Table 13: The statements in the questionnaire

During physics lesson I would like	I agree very much	I rather agree	I rather disagree	I completely disagree
<i>Obtaining better estimation of distance, time, etc. (A41)</i>				
<i>Learning to measure (A42)</i>				
<i>Learning to estimate error of measurement (A43)</i>				
<i>Utilisation of computers for measurements (A44)</i>				
<i>Utilisation of computers for data processing (A45)</i>				
<i>Construction of simple devices, toys, etc. (A46)</i>				
<i>Hands-on experiments (A47)</i>				
<i>Solving problems including calculations (A48)</i>				
<i>Deducing formulae, not only memorizing them (A49)</i>				
<i>Doing laboratory work (A410)</i>				
<i>Inventing and discovering (A411)</i>				
<i>Watching experiments performed by teachers (A412)</i>				
<i>Searching for information on the Internet (A413)</i>				
<i>Participating in excursions, lectures of experts, etc. (A414)</i>				
<i>Learning to classify and systemize data (A415)</i>				
<i>Dealing with problems where there is no clear way of solution (A416)</i>				

Table 14: Activities — evaluation of statements made by LSS and USS students (1 = strongly agree)

statement	arithmetic mean		statement	arithmetic mean	
	LSS	USS		LSS	USS
A41	2.03	1.98	A49	2.47	2.65
A42	2.22	2.30	A410	1.85	2.24
A43	2.23	2.51	A411	1.74	2.24
A44	1.68	1.96	A412	1.76	2.06
A45	–	1.77	A413	1.82	1.93
A46	1.73	1.92	A414	1.97	2.21
A47	1.49	1.74	A415	2.22	1.79
A48	2.89	3.04	A416	2.15	2.24

Table 15: Activities — ordered according to the average obtained scored

activities (the most preferred first)			
LSS	mean	USS	mean
<i>Hands-on experiments (A47)</i>	1.49	<i>Hands-on experiments (A47)</i>	1.74
<i>Utilisation of computers for measurements and data processing (A44)</i>	1.68	<i>Utilisation of computers for data processing (A45)</i>	1.77
<i>Construction of simple devices, toys, etc. (A46)</i>	1.73	<i>Learning to classify and systemize data (A415)</i>	1.79
<i>Inventing and discovering (A411)</i>	1.74	<i>Construction of simple devices, toys, etc. (A46)</i>	1.92
<i>Watching experiments performed by teachers (A412)</i>	1.76	<i>Searching for information on the Internet (A413)</i>	1.93
<i>Searching for information on the Internet (A413)</i>	1.82	<i>Utilisation of computers for measurements (A44)</i>	1.96
<i>Doing laboratory work (A410)</i>	1.85	<i>Obtaining better estimation of distance, time, etc. (A41)</i>	1.98
<i>Participating in excursions, lectures of experts, etc. (A414)</i>	1.97	<i>Watching experiments performed by teachers (A412)</i>	2.06
<i>Obtaining better estimation of distance, time, etc. (A41)</i>	2.03	<i>Participating in excursions, lectures of experts, etc. (A414)</i>	2.21
<i>Dealing with problems where there is no clear way of solution (A416)</i>	2.15	<i>Dealing with problems where there is no clear way of solution (A416)</i>	2.24
<i>Learning to measure (A42)</i>	2.22	<i>Doing laboratory work (A410)</i>	2.24
<i>Learning to classify and systemize data (A415)</i>	2.22	<i>Inventing and discovering (A411)</i>	2.24
<i>Learning to estimate error of measurement (A43)</i>	2.23	<i>Learning to measure (A42)</i>	2.30
<i>Deducing formulae, not only memorizing them (A49)</i>	2.47	<i>Learning to estimate error of measurement (A43)</i>	2.51
<i>Solving problems including calculations (A48)</i>	2.89	<i>Deducing formulae, not only memorizing them (A49)</i>	2.65
		<i>Solving problems including calculations (A48)</i>	3.04

The obtained results can differ regarding particular group of students. We were interested in differences between girls and boys. Comparison based on USS students' sex are shown in Table 17.

For better overview the obtained results are presented in a graph Figure 2.

Conclusion 12: Girls assessed the statements in a more negative way than boys. Only one activity: *obtaining better estimation of distance, time, etc. (A41)* according to comparison of arithmetic mean values they would prefer more than boys but the difference is not statistically significant. Only two items in the group of boys have below-average evaluation. For the group of girls the number is three.

These conclusions were made based on result of statistical investigation by Kolmogorov-Smirnov test. Results about statistical significance of the differences are calculated in Table 18.

Table 16: Activities — Difference in rank of the statements evaluation between LSS and USS students

statement	difference (rank LSS – rank USS)
<i>Hands-on experiments (A47)</i>	0
<i>Construction of simple devices, toys, etc. (A46)</i>	0
<i>Participating in excursions, lectures of experts, etc. (A414)</i>	0
<i>Learning to estimate measurement deviations (A43)</i>	0
<i>Deducing formulae, not only memorizing them (A49)</i>	0
<i>Solving problems including calculations (A48)</i>	0
<i>Dealing with problems where there is no clear way of solution (A416)</i>	1
<i>Learning to measure (A42)</i>	–1
<i>Watching experiments performed by teachers (A412)</i>	–2
<i>Searching for information on the Internet (A413)</i>	2
<i>Utilisation of computers for measurements (A44)</i>	–3
<i>Doing laboratory work (A410)</i>	–3
<i>Obtaining better estimation of distance, time, etc. (A41)</i>	–4
<i>Inventing and discovering (A411)</i>	–7
<i>Learning to classify and systemize data (A415)</i>	10

Table 17: Activities — comparison based on USS students' sex (1 = strongly agree)

statement	arithmetic mean	
	USS girls	USS boys
A41	1.95	2.00
A42	2.33	2.27
A43	2.64	2.41
A44	2.22	1.76
A45	1.98	1.61
A46	2.04	1.82
A47	1.81	1.69
A48	3.14	2.98
A49	2.74	2.58
A410	2.28	2.21
A411	2.28	2.21
A412	2.21	1.96
A413	1.94	1.93
A414	2.30	2.15
A415	1.81	1.78
A416	2.25	2.22

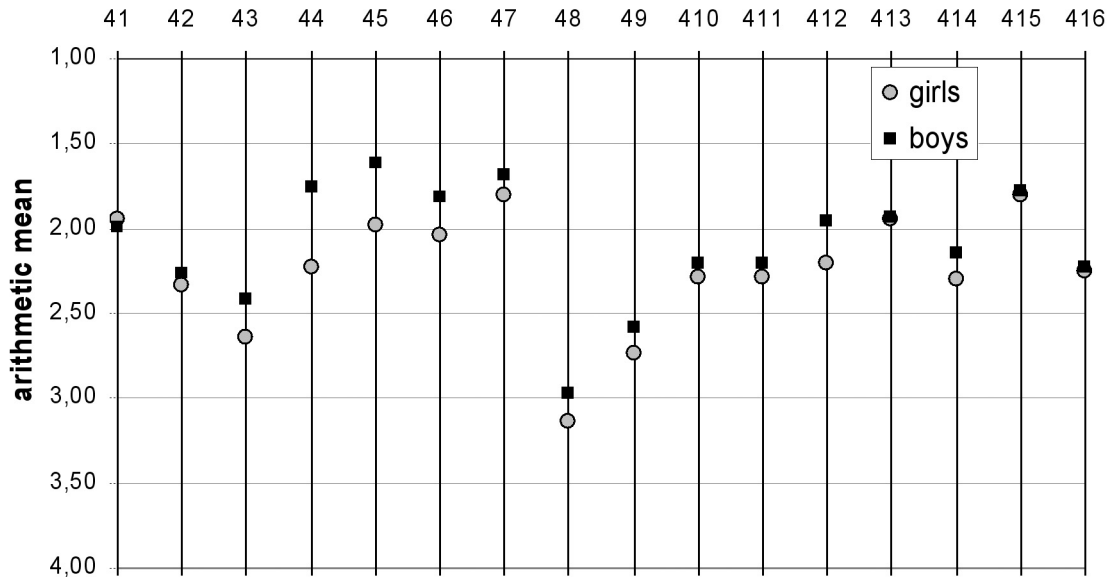


Figure 2: Activities — comparison based on USS students' sex (1 = strongly agree)

Table 18: Statistical significance of the differences in the average evaluation made by USS girls (group 1) and USS boys (group 2)

reason	max. negative difference	max. positive difference	p-level	arith. mean 1	arith. mean 2	stand. dev. 1	stand. dev. 2
A41	-0.04	0.01	$p > 0.100$	1.95	2.00	0.77	0.83
A42	-0.01	0.05	$p > 0.100$	2.33	2.27	0.78	0.80
A43	0.00	0.15	$p < 0.001$	2.64	2.41	0.82	0.87
A44	0.00	0.21	$p < 0.001$	2.22	1.76	0.89	0.81
A45	0.00	0.20	$p < 0.001$	1.98	1.61	0.87	0.74
A46	-0.01	0.12	$p < 0.001$	2.04	1.82	0.94	0.89
A47	0.00	0.06	$p < 0.050$	1.81	1.69	0.89	0.82
A48	0.00	0.10	$p < 0.001$	3.14	2.98	0.91	0.91
A49	0.00	0.07	$p < 0.025$	2.74	2.58	1.05	1.03
A410	0.00	0.04	$p > 0.100$	2.28	2.21	1.00	0.98
A411	0.00	0.04	$p > 0.100$	2.28	2.21	1.00	0.98
A412	-0.01	0.13	$p < 0.001$	2.21	1.96	0.97	0.88
A413	-0.01	0.01	$p > 0.100$	1.94	1.93	0.86	0.84
A414	0.00	0.08	$p < 0.001$	2.30	2.15	0.92	0.90
A415	0.00	0.01	$p > 0.100$	1.81	1.78	0.90	0.89
A416	0.00	0.02	$p > 0.100$	2.25	2.22	0.87	0.86

Conclusion 13: Based on the Kolmogorov-Smirnov test, we can say that the agreement between USS boys and girls with seven items is from the statistical point of view significantly different ($p < 0.050$): *Learning to estimate error of measurement (A43), Utilisation of computers for measurements (A44), Utilisation of computers for data processing (A45), Construction of simple devices, toys, etc. (A46), Hands-on experiments (A47), Solving problems including calculations (A48), Deducing formulae, not only memorizing them (A49), Watching experiments performed by teachers (A412) and Participating in excursions, lectures of experts, etc. (A414).*

6 DISCUSSION AND CONCLUSIONS

6.1 DISCUSSION AND CONCLUSIONS CONCERNING REASONS WHY TO LEARN PHYSICS

Students of particular types of school agree on some of the reasons:

- *I want to have good marks and my parents want me to have good marks* belong to the strongest reasons why students learn physics.
- *The weakest reasons* are generally *I like physics* and *my parents think that physics is important*.

USS students add another weak reason which is *I want to know how things around me work*.

USS students agree with particular reasons less (statistical significant differences) than LSS students.

There is a concordance between girls and boys in the following evaluation:

- Both girls and boys of LSS have *the strongest reasons* — *I want to have good marks and my parents want me to have good marks*. They agree also with *the weakest reasons* — *I like physics* and *my parents think that physics is important*.

Girls and boys do not agree in the following evaluation:

- *Girls of LSS and USS agree less with more of the reasons in comparison with boys*.
- However, there exist three exceptions in that: No statistically significant difference in LSS was found between girls and boys concerning the evaluation of *I want to have good marks and my parents want me to have good marks*. The third exception is:
- Girls from USS agree with the reason that *I want to have good marks* more than boys from USS.

The research uncovered gender differences. Generally speaking, we can say that *for learning physics girls are less motivated than boys*. There is also one deviation which is statistically significant in USS: Girls want to have good marks more than boys. This conclusion is probably not surprising for physics teachers. It is a question how to change the relatively low motivation of girls. This may be achieved by textbooks and problems more oriented to girls, by increasing the consciousness about female — scientists in physics, etc.

The main reason why students learn physics is not, at the lower secondary level, the interest in the subject itself. However, in case of the LSS students, it seems that the third strongest reason why students learn physics is the interest in how things around us work. This reason could be considered as intrinsic motivation which seems to be the optimal motivation for learning (Lavonen et al., 2005). The USS students are more pragmatic and as second reason why they learn physics they state their future carrier.

6.2 DISCUSSION AND CONCLUSIONS CONCERNING GENERAL TOPICS AND ACTIVITIES

- *Topics which are connected with everyday life are the most interesting topics for students regardless of their sex or age.*
- *USS students would like to learn about things which they will need in their future life (during further study, at work, etc.).*

Students perceive as *the most interesting* or important *learning about things and phenomena connected with real, everyday life*. It is apparent that the *USS students think about their future*, as the third in the order is the topic concerning entrance examinations. *The worst* in the evaluation was the topic *lives of scientists and historical connections* for both levels, which is in our opinion a surprising result. We assumed that this topic could be attractive for students which are interested in humanities. It is possible that the evaluation is influenced by the isolation of particular subjects.

- *USS boys perceive topics about application in technical fields as more interesting than girls do. For boys the topic is interesting, for girls not very much.*

Results of the “focus on” part of the questionnaire uncovered gender difference. Generally girls are in evaluation more negative than boys. They prefer topic about history more than boys. But both groups do not perceive the topic as interesting. On the contrary topic about application in technical fields were for USS girls much less interesting than for USS boys. Moreover, it is one of the two topics where according to average assessment the topic is interesting for boys, but not for girls. Conclusions concerning activities are described below.

- *Students regardless of their sex or age the most prefer practical activities or working with computers.*

If the results concerning preferences of activities in physics classes are surprising or not, it is in this case completely subjective and it depends on a concrete expectation. However, we try to provide more objective conclusions. Above all, we would like to draw the attention to the *high popularity of practical activities*. Students would like also to participate in activities including *work with computers*. On the other hand, activities concerning theory of measurement and solving problems including calculations are the least favourite for both secondary levels. Further research may be useful to find whether or how these parts could be made more attractive for students.

- *LSS students also prefer inquiry-based activities in physics lessons.*
- *For USS students to deal with classifying and systemizing data is interesting.*

LSS students prefer as activities inventing and discovering what is with contrast to USS students. Although they would like to be busy with hands-on experiments or constructioning simple devices and tools, they do not prefer so much inquiry-based activities. On the other hand, USS students would like to deal with classifying and systemizing data, what is not so much attractive for LSS students.

Seven items have been evaluated in the same way by boys and girls (according to Kolgomorov-Smirnov statistical test). Above all these three items have been

evaluated also very positively (arithmetic mean is less than two): *obtaining better estimation of distance, time, etc.* (A41), *searching for information on the Internet* (A413) and *learning to classify and systemize data* (A415). It is recommended to involve these three activities into physics lessons if teacher wants to emphasize motivational and gender aspect in educational process.

The results of recently conducted study (S. Owen et. al, 2008) in Great Britain show similar preferences of pupils at the secondary educational level. The study observed the relationship to particular groups from two view points — if the given activity is popular among them and if they consider it as useful. The aim of the research, which part is presented here, was to make concrete recommendations for teaching of physics based on the research findings. For this reason, we make students to express their opinions whether they would like to perform particular activities in their lessons of physics. In this way, we merged two observed factors into one. The advantage of this approach is that during the decision process pupils themselves determine their own weights matched to particular factors (usefulness and popularity) in case of every activity. This approach enables us to formulate practical recommendation which would reflect more the reality eventhough it is not, from the research point of view, analysed in detail. For example, the above mentioned studies show that the given activities are more or less evaluated as very useful and very often popular or rather useless and students do not them (in the plane graph, where there are on the axes marked two factors — usefulness and popularity, the results are distributed rather along a line than evenly within the whole plane of the graph (S. Owen et. al, 2008, Figure 1).

Students from Great Britain assessed most positively rather practical activities requiring certain manipulative skills (denoted as construct activities), more concretely: *doing experiments, making things*. The popularity of these activities can be traced accross the age spectrum of the students (Grade 7–11), which corresponds with the results found out of the research presented in this paper. The comparison of both pieces of research in the field of preferable activities can be made more concretely for the following items: “watching demonstration” — “watching experiments performed by teachers” and “calculations” — “solving problems including calculations”. Calculations are, in both pieces of research, not considered as preferable activities (unpopular, too useless).

Based on the conducted analysis, Owen et al. includes this activity into the category of “written activities” together with *copying notes down, making graphs and diagrams, written exercises* etc. Table 15 shows that Czech pupils do not like also measuring, estimating and calculation of measure mistakes. Considering the general topics to which pupils would like to focus, “measure devices and their use” is the third less popular topic. This can indicate that pupils do not prefer activities connected with mathematics and accuracy. It is interesting that computer measuring is equally rather positively assessed at both educational levels in comparison with the other offered activities. Pupils, probably, persived strongly not only the content of these activities but also the means with which these activities are performed. This is shown also by Owen et al. in their results of the factor analysis.

6.3 SUMMARY AND PRACTICAL RECOMMENDATIONS

Despite quite positive assessment of most items concerning activities or topics, students learn physics above all because of good marks or needs in futher study. Although it is interesting for students to learn about things around them, it is the

fifth reason why they learn physics. The results suggest that students learn physics rather because of social demands and not because of internal interest in the subject area.

The above mentioned statements outline certain results and conclusions which can serve as a concrete recommendation to teachers to improve classes of physics. If a teacher wants to emphasize motivational aspect he or she can include the mentioned activities or topics in the lessons. LSS and USS students prefer activities that require manipulative and technical skills which are closely connected with the everyday life. For LSS pupils consider as the most interesting inquiry-based learning. On the contrary, USS students, in comparison with LSS pupils, prefer more classifying of data. The research identified topics and activities which are interesting the same way for both USS boys and USS girls. These activities are: *Searching for information on the Internet, Learning to classify and systemize data, Obtaining better estimation of distance, time, etc.* It is not surprising that girls prefer more than boys historic topics, boys then are interested in topics connected with modern technologies

Most of students want to have good marks which they value as very important. For this reason, we assume that teachers should pay to marking (and to assessment generally) attention as it is a very motivating element for learning of physics. The assessment should be made clear in the way that students would know (at least theoretically) how to achieve a success. We believe that students can be aware of this only if teachers assess them according to clear and in advance known rules. The assessment should be balanced with a maximum pursuit of objectivity.

Teachers should focus more on wakening and supporting of pupils' and students' intrinsic motivation. Mitchell (1993) or Krapp (2002) state that this process can be divided into two phases: catching and holding situational interest.

Detailed results and recommendations were published in a handbook for physics teachers (Dvořák et al., 2008) which is available online in the Czech language on the websites of our department.

BIBLIOGRAPHY

ANDĚL, J. *Statistické metody*. Praha : Matfyzpress, 2003.

DVOŘÁK, L. (ed.). *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe? Příručka pro učitele*. Praha : Matfyzpress, 2008.

ELBANOWSKA-CIEMUCHOWSKA, S. Bavi fyzika žáky v Polsku? In ... *aby fyzika žáky bavila...* 2, Vlachovice 19.–22. 10. 2005, 2005, p. 25–33.

European Commission. *Europe needs more scientists. Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for S&T in Europe*. Brussels, 2004.

FISCHER, H. J., HORSTENDAHL, M. Motivation and Learning Physics. *Research and Science Education*, 27 (3), 1997, p. 411–424.

GARDNER, P. L. Attitudes to science. *Studies in Science Education*, 2, 1975, p. 1–41.

GAVORA, P. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno : Paido, 2000.

JENKINS, E. W. The Student Voice and School Science Education. *Studies in Science Education*, Vol. 42, 2006, p. 49.

- KENNEDY, P. *Preparing for the the twenty-first century*. New York : Random House, 1993.
- KRAPP, A. Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, 12, 2002, p. 383–409.
- LAVONEN, J., BYMAN, R., JUUTI, K., MEISALO, V., UITTO, A. *Pupil Interest in Physics: A Survey in Finland*. Available on-line
<http://www.naturfagsenteret.no/tidsskrift/Nordina_205_Lavonen.pdf>
- MARSAGLIA, G., TSANG, W. W., WANG, J. Evaluating Kolmogorov's Distribution. *Journal of Statistical Software*, 8 (18), 2003.
- MITCHELL, M. Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85, 1993, p. 424–436.
- OWEN, S., DICKSON, D., STANISSTREET, M., BOYES, E. *Research in Science & Technological Education*, 26 (2), 2008, p. 113–128.
- PRŮCHA, J. *Moderní pedagogika*. Praha : Portál, 2002.
- PRŮCHA, J. (ed.). *Pedagogická encyklopedie*. Praha : Portál, 2009.
- REISS, M. *Understanding science lessons: five years of science teaching*. Buckingham : Open University Press, 2000.
- The Relevance of Science Education. Available on-line
<<http://www.ils.uio.no/english/rose/>> 2006.
- SJØBERG, S., SCHREINER, C. How do students perceive science and technology? *Science in School*, (1), 2006, p. 66–69.
- SVOBODA, E., HÖFER, G. Názory a postoje žáků k výuce fyziky. *Matematika–fyzika–informatika*, No. 4, 2006/2007, p. 212–223.
- SVOBODA, E., HÖFER, G. Názory a postoje žáků k výuce fyziky (2. část). *Matematika–fyzika–informatika*, No. 5, 2006/2007, p. 280–288.
- WILLIAMS, Ch., STANISSTREET, M., SPALL, K., BOYES, E., DICKSON, D. Why aren't secondary students interested in physics? *Physics Education*, 38(4), 2003, p. 324–329.

Martina Kekule – E-mail: Martina.Kekule@mff.cuni.cz
Senior Assistant Professor, Department of Physics Education
Faculty of Mathematics and Physics, Charles University
V Holešovičkách 2, 180 00 Prague, Czech Republic

Vojtěch Žák – E-mail: Vojtech.Zak@mff.cuni.cz
Senior Assistant Professor, Department of Physics Education
Faculty of Mathematics and Physics, Charles University
V Holešovičkách 2, 180 00 Prague, Czech Republic

Antropodidaktický přístup k interakcím učitel–žák ve výuce matematiky na 1. stupni školy

Bernard Sarrazy, Marie-Pierre Chopin

Abstrakt

Článek se zabývá interakcemi jako jednou z hlavních složek učitelova didaktického působení. První část je věnována charakterizaci formy těchto interakcí ve třech různých didaktických kontextech: v „předávaném kontextu“, „intermediálním kontextu“ a „institucionalizujícím kontextu“. Pozornost se soustřeďuje na funkce, které interakce plní v didaktickém systému, a jejich kognitivní efekty. Druhá část se zabývá fatickými interakcemi; jejím cílem je ukázat, jak učitelé postupují, jestliže se snaží sjednotit své vzdělávací poslání se specifickými problémy, které vznikají z různorodosti potřeb jednotlivých žáků.

Klíčová slova: interakce učitel–žák, fatické interakce, matematika na 1. stupni školy.

Anthropo-didactical approach to teacher-pupil interactions in teaching mathematics at elementary school

Abstract

The paper focuses on interactions as one of the main constituents of a teacher's didactical activity. The first part discusses characterization of the form of these interactions in three contrasting didactical contexts: the “devolving context”, “intermediary context” and “institutionalizing context”. The functions that they fulfill in a didactical system and their cognitive effects on pupils are studied. The second part deals with phatic interactions with the goal of showing how teachers proceed when trying to unite their educational mission with specific problems springing from various needs of different pupils.

Key words: interactions teacher-pupil, phatic interactions, elementary school mathematics.

Interactions have always been regarded as solid ground for exploration of the phenomena of socialisation, school affiliation or for social development of intelligence (especially in Piaget's socio-constructivist perspective). We perceive them as one of the most vital constituents of the teacher's didactical activity, and thus subject to study of conditions of education. It has been known since Piaget that in order to learn, pupils must interact with the object of learning. The Theory of situations (Brousseau, 1998) allows us to model the properties of the knowledge "in play" in a particular milieu in order to enable these interactions. In case of traditional teaching, organisation of the milieu is rarely a-didactical: It is only in very exceptional cases that pupils have the opportunity to return to their decisions that they have taken about the assigned problems. There is no doubt these retroactions are the pre-condition for development of pupils' knowledge. In consequence the teacher "must" teach (in the traditional sense), i.e. he/she must employ various didactical strategies: give examples, say explicitly or suggest through the use of Topaze effect what he/she expects from them (see Novotná, Hošpesová, 2009); these strategies are necessarily more or less compatible both with the not a-didactical nature of the milieu and with his/her pedagogical beliefs. That is why we find it so important and interesting to study interactions teacher-pupil in detail. In these educational contexts, they can be understood as forms of adaptation to this not-adidactivity. This is what we pursue in this text in which we analyse verbal interactions between the teacher and pupils.

The first part focuses on characterisation of the form of these interactions in three contrasting didactical contexts: the "devolving context", "intermediary context" and "institutionalising context". It also shows the functions that they fulfil in a didactical system and finally studies their cognitive effects on pupils. In the second part we focus on a special category of interactions that we named "phatic". Our aim is to show that teachers try to harmonize their teaching goal (to teach a particular notion in their class) with the various problems that arise when working with different pupils individually (good or weak ones).

1 STRUCTURE OF THE INTERACTIVE FIELD AND FUNCTIONS OF INTERACTIONS

1.1 DESCRIPTION OF THE STUDY CONTEXT

The research was carried out in 7 elementary school classes (9-year old pupils), $N = 142$ pupils. Each teacher taught two lessons (L_1 and L_2) on solving problems of the type TTT (Vergnaud, 1983); the period between the two lessons was 10 days and the lessons were preceded by a pre-test and followed by a post-test containing 22 problems with only two numbers (smaller than 10).

Three types of contexts were defined:

- a) "*Devolving*" context. Teachers regularly use group work without restricting only to this organization form; their lesson is a strongly interactive place; institutionalisation of the model of solving process is largely differentiated in the course of the lesson.
- b) "*Institutionalising*" context is characterized by a weak opening and low diversity of situations. Teachers institutionalize the solving procedure very fast; consequently pupils are asked to apply the procedure in various problems; in

short, they try to cope with the set of parameters of the teaching situation as well as possible.

- c) “*Intermediary*” context is closer to the institutionalising context, especially in case of poor pupils, even though teachers sometimes try to “open” the situations. However, in contrast to the “institutionalising” context pupils have more opportunities to gain experience with situations of “research” (always not a-didactical).

1.2 GRID FOR OBSERVATION OF INTERACTIONS

We only focus on didactical interactions, i.e. those for which:

1. it was possible to clearly identify a link with the object of teaching/learning and
2. the people involved were identifiable unambiguously.

Five modalities of interactions were defined:

- **Spontaneous interventions**, labelled **SI** (2 modalities): the pupil intervenes without asking to speak or without any teacher’s encouragement; the teacher may react to them and make use of them (*SI+*) or not (*SI-*);
- **Requests for participation**, labelled **R** (2 modalities): the pupil asks to speak; he/she may get the permission or not (*R+* and *R-*);
- **Strict directives for participation**, labelled **D** (1 modality): The teacher asks the pupil without the pupil’s request to speak.

1.3 RESULTS

1.3.1 DIDACTICAL FUNCTIONALITY OF VARIOUS FORMS OF INTERACTION

Result 1a: The amount of didactical interactions and the degree of pupils’ non-participation regardless of the modality greatly varies across the different classes and teaching styles.

Result 1b: The second lesson (L_2) is in the group of the studied classes and in all 3 teaching styles much less interactive than L_1 . The number of interactions initiated by the pupil (*SI* and *R*) significantly reduces from L_1 to L_2 : (Wilcoxon s: z_{SI} s.; $p < 0.01$ — z_D s.; $p < 0.001$).

This result may be explained by the large amount of time used by the teacher for speaking when concluding the second lesson (necessitated by the institutionalisation!) on the one hand and the decrease of pupil’s insecurity and doubts towards the taught subject matter on the other hand. These two things lead to a significant decline of their interventions.

Result 1c: The volume of interactions of all modalities in total is not bound to the level of school achievement of the class — an absence of correlation between the two lessons is obvious; this observation holds for all 3 styles. This phenomenon may be accounted for by the change of teacher’s way of posing questions ($\rho = 0.33$; n.s.; $p = 0.34$ for the set of the 7 classes).

The teachers tend to interrogate more often the good pupils in L_1 than in L_2 ; weak pupils are on the contrary interrogated more frequently in L_2 than in L_1 .

What can be observed is a strong correlation between L_1 and L_2 in the frequencies of SI and R observed — $\rho_{SI} = 0.96$; s.; $p < 0.001$ and $\rho_R = 0.89$; s.; $p < 0.006$.

The interactive forms initiated by the pupil — not controlled by the teacher — remain the same from L_1 to L_2 ; in contrast those initiated by the teacher do not remain the same: the two distributions (D_{L1} and D_{L2}) are not in correlation.

Comments: **In consequence it is necessary to distinguish between two types of interactive modalities:**

1. The first type embodies interactive forms initiated by the teachers who, in consequence, can control them;
2. The second type corresponds to the forms that the teacher can authorise and even prefer without having the chance to control the pupils who take over the initiative in it. For some teachers these interactive forms are didactically functional; it is thanks to these forms that their lessons can proceed:
 - either by functional reduction of the distance between the two types of submission: submission to their pedagogical beliefs on the one pole (“Pupils *must* be active, autonomous”) **and** submission to a *non a-didactic* organization of the milieu that *in fact* precludes realization of his/her ideals on the other pole. In other words, these milieus do not allow *validation* by retroaction — but only *evaluations* by the teacher. This phenomenon can be clearly observed in case of “Devolving” teachers and in a more graded way in case of “Intermediary” teachers;
 - or, on the contrary, by limitation, reduction of these types of interactions, which is the case of “Intermediary” teachers who regard them as a form of *didactical noise* which one should eliminate as much as possible. However, for the “Devolving” teachers there interventions are didactically vital.

An interactive form does not therefore *bear* a signification and an educational function linked to it. The study of various registers of teachers’ deliberateness allows us to understand their mode of didactical action as a product of adaptation to multiple submissions, i.e. to a “wide milieu”.

1.3.2 INTERACTIVE STRATEGIES: PARTNERS OF INTERACTION

How can one account for teachers’ reasons for “decisions” related to inter-actors?

Result 2a – what could be observed was a strong variability of average scores of solicitations for the pupil’s initiative across the different styles on the one hand and among pupils’ level of school achievement on the other hand; e.g. good pupils in devolving classes ask to speak 6.35 times (on average) in the 2 lessons while good pupils in institutionalizing classes ask to speak only 3.63 times.

Regardless of their schools level, pupils in institutionalizing classes take much more active part significantly than they are asked to (Wilcoxon: “GOOD” $p. < 0.14$; “AVE” $p. < 0.008$ and “WEAK” $p. < 0.001$), which is in contrast to what can be observed in the devolving and intermediary classes.

Discussion: This result stresses the importance of employment of anthropo-didactical framework for understanding this double variability: inter-pupil (including

intra-style) and inter-style (including the same school level). In fact, if the didactical position of a good pupil (or a weak one) may be defined as a position of the strongest (weakest) probability of satisfying the teacher's expectations, one must say that there remains nothing else but the fact that this participation always depends on objective conditions of its realisation. In other words, "good pupils" and "weak pupils" are to be regarded as prerequisite differentiations necessary for the functioning of the whole didactical system; they correspond to the didactical roles assigned to individuals for the sake of didactical functioning. The importance of these roles is in the search for the function that they fulfil, not in the personal characteristics (social, psychological or others) of the actors (for the last aspect see the works of anthropologists of education Mc Dermott, 1977; Gumperz, 1989; Gearing, 1973).

Finally, the inter-style variability that could be observed clearly shows that the interactions linked with the same role may strongly vary from one context to another: "good pupils" assume the responsibilities (obligations, ways of existence...) connected to these non-equivalent roles with respect to their didactical function.

Result 2b – Utterances from the pupil's initiative (*SI*) and teacher's interrogations (*R*) are not interrelated ($\rho = 0.17$; n.s.) in the 2 lessons L_1 and L_2 in the studied group. This result is the same for each of the 3 styles ("Devolving": $\rho = 0.23$; n.s.; "Intermediary": $\rho = 0.28$; n.s.; "Institutionalising": $\rho = 0.15$; n.s.).

Thus, the reason why pupils do not ask to speak is not necessarily that they are explicitly called by the teacher. In case of all 3 styles, the weakest pupils who are least often called by the teachers and simultaneously they are the group who ask to speak least often.

1.3.3 COGNITIVE EFFECTS OF INTERACTIONS TEACHER–PUPIL

The relevant literature suggests that interactions with teachers support pupils' progress in their school education and this idea is accepted as a given fact. However, our research shows that this presumption does not hold:

Result 3a – The sample shows no correlation between the amount of effective interactions (*SI+*, *R+* and *D*) and the achievement in the post-test ($\rho = -0.04$; n.s.; $p = 0.64$). The result remains the same at each school level and for each of the three school styles.

Results 3b – Interactions initiated by the teacher (*D*) are not without cognitive effects on the pupils; these effects are to be observed in good pupils from "institutionalising" and "devolving" classes:

- In "devolving" classes, the more the good students are prompted by the teacher, the less progress they show in the post-test ($\rho = -0.535$; $p < 0.06$);
- Inversely, in the "institutionalising" classes, the more the good students are prompted by the teacher, the more progress they show in the post-test ($\rho = -0.551$; $p < 0.08$).

1.4 CONCLUSION TO THE FIRST PART

Contrary to what is generally accepted about cognitive effects of verbal interactions, these analyses clearly show that it is neither the pupils, nor the most interactive classes who show the biggest progress in the post-test. Moreover, the same interactive mode had by no means the same didactical effect in different didactical contexts:

It could for example be observed that the teacher's interrogations (*D*) have radically different effects on good pupils ("Devolving"/"Institutionalising").

These results could appear contradictory if we did not consider in their interpretation the didactical function these interactive forms may assume. "To interrogate a good pupil" does not have the same function for "Devolving" and "Institutionalising" teachers: Interrogation of the best pupils is in case of "Devolving" teachers didactically functional in case that it enables them, thanks to a change of perspective, proceed in the lesson without overtly disclosing their intent to teach. Let us remark at this point that this behaviour opposes their pedagogical intent. In contrast, the same activity would in case of "Institutionalising" teachers result in an intended change of pupils' relation to the subject matter. In other words: "To interrogate a good pupil" represents to a "Devolving teacher" a task oriented on teaching and therefore its function is regulation of the teaching process, while in case of "Institutionalising" teacher it aims at the pupil and its declared (but not necessarily actual) function is regulation of the pupils' learning.

2 ANTHROPO-DIDACTICAL APPROACH TO ONE TYPE OF INTERACTIONS: PHATIC INTERACTIONS

The following part presents a research on the effects of one category of interactions called "phatic" (e.g. expressions such as "we will see later"). Its aim is to make a report on how teachers solve the classic equation of efficiency of teaching on the one hand (to allow the highest possible number of pupils to learn) and of its equity on the other hand (to allow each pupil to profit from teaching/learning). The research allows exploration of the question of individualisation of teaching/learning. In fact, individualisation of teaching/learning has become a mode privileged and even recommended by ministerial directives (in France) for realisation of efficient and equitable education.

2.1 THEORETICAL FRAMEWORK AND QUESTIONS

This research is registered in a programme known as anthropo-didactical (Sarrazy, 2002a, 2007; Marchive, 2006). Its fundamental idea can be formulated as follows: to understand the teacher's work means to examine the effects of various systems of submissions (anthropological and didactical) to which it is subordinated.

2.1.1 DIDACTICAL AND ANTHROPOLOGICAL LIMITATIONS TO THE TEACHER'S ACTIVITY

Three systems are considered here:

1. *Didactical submission*: the teacher must teach curricular subject matter (by which we do not mean a particular discipline but a particular topic of a lesson for which s(he) has to connect a certain number of conditions — milieu in Brousseau's sense, 1998);
2. *Institutional submission*: the teachers are asked e.g. to individualise teaching in order to increase the efficiency of their activity and to modify the content of the knowledge to the demands of the public (for synthesis, see Roiné, 2009);

3. *Pedagogical* (or ethical) *submission* through which the teachers try to make the greatest possible number of pupils successful and to avoid leaving too many of them neglected.

The three imperatives often appear (even in the heart of the teaching action) as contradictory. What was noted in course of the analysed interaction was that “participation of a good pupil can be an obstacle in whole class discussion; at the beginning of the lesson the teacher often asks good pupils to be silent because they disclose too early what is to be discovered, there is no longer any suspense for the rest of the class and with no suspense, all interest in the game is lost; at the same time participation of a weak pupil makes the whole class discussion difficult, it confuses the paths and diverges the teacher into dangerous and too distant waters; in case of average pupils the teacher can control the course of the lesson more easily, s(he) gently distils these contributions through a subtle game in which s(he) poses his/her own way the questions — answers — resettings and through which s(he) manages to follow his/her course. This abides to the strict law of didactical economy: allow the greatest possible number of pupils to gain knowledge in a limited period of time. Many young teachers have a lot of difficulties to combine all these requirements in their teaching practice. Be it for ethical or pedagogical concern, they engage in endless interactions, often of argumentative nature with weak pupils, they get lost in the numerous and tortuous meanders of their lacunas and together with them the rest of the class.” (Sarrazy, 2001a).

The presented research has the following aim: to understand how experienced teachers (all of them have at least 5 years of professional practice) solve the above mentioned tripartite equation (didactical, institutional and pedagogical).

2.2 PHATIC INTERACTIONS

In order to study this issue we decided to focus on one special type of interactions between transmitter and receiver of the teaching/learning relationship. In the framework of functions of communication of Jakobson (1963), we will study interactions called “phatic”. These interactions are often unstable. What proved to be an especially useful tool for identification of these interactions were video recordings. Basically, the function of phatic interactions is the strive to keep the communication canal between the teacher and the pupil. In fact, these interactions allow pupils to stay in the interactive field in the course of the lesson. Phatic interaction by no means forms a tool for handling the teacher’s answer, be it cognitively (no explicit validation or explanation) or didactically (the teacher does not use it to demonstrate pupils what he/she wants to do or not to do).

This type of interaction is a good instrument for regulation of didactical time. We have already shown in our work (Chopin, 2007) that the interactive assortment of interactions used by the teacher in order to progress in the lesson has its conspicuously temporal logic in the didactical meaning of the term. This logic of didactical time, time of construction of new knowledge in the classroom, is relatively autonomous (but not entirely independent) of the teacher’s pedagogical background and of the effective time available for realisation of teaching (*Ibid.*). For example: we have already shown that ostensibly contrasting interactive forms (e.g. closed and directed by the teacher’s strict limitation of the interactive field, or open and flexible when the teachers leaves as much space for spontaneous interactions as possible, asks pupils to justify their answers, etc.) often fulfill similar functions in the

progress of didactical time depending on how they are used (e.g., publicly, in front of the whole class, or in a more individualized way or only for some pupils).

To put it briefly, the presented study about phatic interactions in teaching belongs to the set of works simultaneously focusing on interactions in their full didactical dimension (Sarrazy, 2001b) and on the modes of regulation of heterogeneities in the construction of didactical time (Sarrazy, 2002b; Chopin, 2007, 2010),

2.3 EXPERIMENTAL SETTING

8 classes (197 10-year-old pupils) participated in the study. We video recorded 24 one-hour meetings on solving problems called “TTT”¹. These problems correspond to the fourth additive structure in Vergnaud’s (1990, 1994) typology. This problem type may be illustrated by the following typical problem:

*Lou plays two games of marbles.
She plays one game. In the second game she loses 4 marbles.
After two games she possesses 6 marbles.
What happened in the first game?*

This type of problems was presented to each teacher (individually) without giving them any special signals on how to organize their teaching. The only objective was to allow their pupils to improve results from the pre-test (teachers did not know these results). The teachers also agreed to teach a lesson on this topic.

Pupils solved:

- A pre-test consisting of 22 TTT problems of various difficulty;
- A post-test, after the set of the lessons (identical with the pre-test, it allows measuring of pupils’ progress using an index of progress Ip).

The pre-test indicated that the 197 pupils could be divided into three levels (“good”, “average”, “weak”). It is of interest to note here that the classes did not differ in the perspective of the school level ($\chi^2 = 15.18$; $p = 0.37$).

For a more detailed study of interactions the video recorded teaching sessions were watched for several times and consequently a grid for analysis of the interactive field in the set of lessons was created. In the analysis we focused only on the category of phatic interaction.

Phatic interactions are investigated in the framework of those types of interaction where the teacher must deal with the pupil’s intervention in the lesson. We may consider the following two situations:

- The teacher posed a question and a pupil suggests an answer that does not correspond to the teacher’s expectations;
- A pupil intervenes spontaneously in the course of the lesson suggesting an answer, a way of solving, etc.

In the two situations the teacher faces the following alternative:

¹The particularity of this structure is that it involves only positive or negative transformations, there is no indication of the initial numeric stage — hence the name “TTT” (1st Transformation — 2nd Transformation — Transformation composite).

- He/she may come with cognitive or didactical treatment of the pupil's intervention (either pursuing an interactive exchange according to regulations, or validating or invalidating the pupil's proposal giving the pupil a didactical status useful for the rest of the class);
- He/she may come with phatic treatment of the intervention, i.e. adopt it without taking into account cognitive regulations or didactical treatment — phatic treatment includes teacher's reactions such as "Yes, yes, this is very interesting but we will see it later", "maybe . . . any other ideas?", etc.

2.4 RESULTS AND ANALYSES

Phatic utterances in teacher–pupils interactions can also be calculated proportionally to the total amount of interactions in each class. These proportions may then be linked to the relative data about the pupils' progress.

2.4.1 A POSITIVE RELATIONSHIP BETWEEN THE PUPILS' PROGRESS AND THE PROPORTION OF PHATIC INTERACTIONS

The results of our analyses show a highly significant relationship between the pupils' progress and the amount of phatic interactions. In other words, the higher the proportion of phatic interactions is (with respect to other types of interactions by the same teacher) the more the average level of pupils grows ($r = 0.84$; $s.$; $p. < 0.01$). This is illustrated by the figure 1.

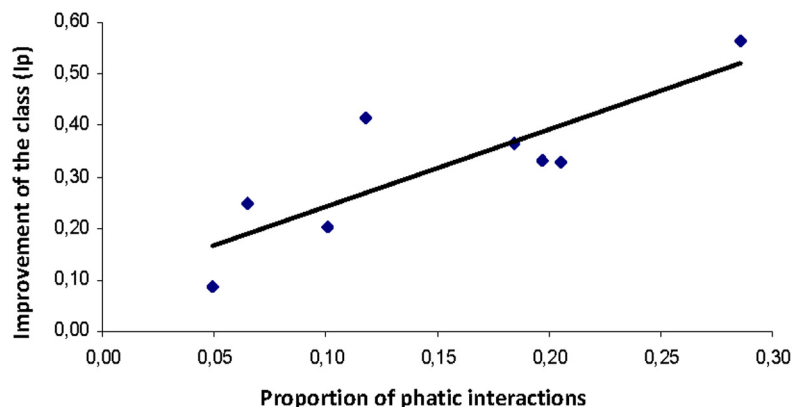


Figure 1: Correlation between the proportion of phatic interactions and pupils' improvement

This result must appear more than surprising. How can an absence of cognitive or didactical treatment of pupils' interventions in the lesson support their improvement? This can be explained in the anthro-pedagogical framework presented above. We interpret it as a manifestation of time pressure imposed on the teacher. If phatic interactions do not just merely mechanically push ahead the didactical time, they allow the teacher to guarantee an "optimal" balance between didactical time (pupils' progress) and legal time (clock time). In fact if the interaction is to be an efficient tool for the progress of didactical time, the teacher must guarantee of their distribution and their content. Consequently, treatment of interactions in a phatic mode that he/she does not perceive as useful for development of knowledge of the greatest number of pupils becomes an efficient and equitable tool for progress of

the whole class. This interpretation is confirmed by the fact that the correlation between the proportion of phatic interaction and pupils' progress is notable in case of average pupils ($r = 0.87$; $p. < 0.01$), more ambiguous in case of weak pupils ($r = 0.57$; $p. < 0.10$) and totally insignificant in case of good pupils ($r = 0.02$), all this independently on the total amount of interactions. The phatic component of teacher-pupil interactions thus seems to be the tool for promoting progress of "the big crowd" without helping the weakest pupils (or the best pupils). Therefore the role played by phatic interactions in the interactive mode of teaching is ultimate. What remains is to specify the incentives leading to this kind of interactions. The following results make it possible to explore the issue in several perspectives.

2.4.2 ROLE OF PHATIC INTERACTIONS IN THE TEACHING PROCESS

If we are to understand the role the phatic interactions play in the teaching process it is necessary to examine in more detail how they are used by the teacher. We were especially interested in the nature of their distribution in the interactive game of the class, depending on the pupils' school level.

Table 1 below summarises the data necessary for examination of the relationship between:

- the progress of pupils in each class (indicator Ip, the second column in the table) — the higher the indicator, the greater the progress of the class;
- the significance level in Chi-squared test (the third column in the table) that enables to examine if the distribution of phatic interactions in each class is significantly differentiated according to the pupils' school performance — the weaker the level of significance, the more the phatic interactions are distributed with respect to the school level of pupils to whom they are addressed (i.e. the teacher does not use the phatic interactions in the same way in case of good, average and weak pupils).

The last three columns in the table show the attractions and repulsions (the sense of deflection of independency). They allow to state what kind of pupils is addressed by the teacher's phatic interactions (good, average and weak):

Table 1: Progress of classes and distribution of phatic interactions

Class	Progress (Ip)	Significance level of Chi-squared	Attractions/repulsions of phatic interactions		
			<i>Good pupils</i>	<i>Average pupils</i>	<i>Weak pupils</i>
Eco1	0.33	0.21	+	–	+
Eco2	0.56	0.00	–	–	+
Eco3	0.41	0.01	–	+	–
Eco4	0.33	0.05	–	–	+
Eco5	0.09	0.52	–	+	+
Eco6	0.20	0.97	–	–	+
Eco7	0.25	0.69	+	+	–
Eco8	0.36	0.03	–	+	–

As it can be seen above, the classes that progress most are those where the distribution of phatic interactions is significantly differentiated according to the school

level. Analogically, the classes where the distribution of phatic interactions is not differentiated show the weakest progress ($r = -0.73$; s.; $p < 0.05$). A more qualitative analysis of the last three columns shows that if there exists a differentiated use of phatic interactions by the teacher in dependence on his/her pupils' school performance (level of significance of Chi-squared smaller than 0.05), the average and weak pupils are the main addressees of phatic interactions. This confirms the hypothesis that the teacher manages through this interactive game simultaneously to keep alive the canal of communication with his/her pupils without slowing the didactical time for the whole class.

2.5 CONCLUSION

Individualisation of education by adaptation to (namely cognitive) characteristics of individuals is often presented as a privileged strategy of schools capable to face heterogeneity of their public and to reduce pupils' difficulties. Ministerial directives addressed to teachers clearly reflect this policy. The following quote cites the recent programmes for French primary education in 2008:

“[...] the pupils with difficulties have to be able to benefit from the personalised and differentiated help since the first difficulties occur and before they are not irreversibly installed. [...] The role of the teacher is [...] to help his/her pupils to progress in mastering the objectives fixed by the programmes [...] he/she should choose the methods mostly adapted to individual characteristics and specific needs of his/her pupils.” (M.E.N., PROG, 2008, 10–11).

Undoubtedly many teachers try to follow the idea of this ambitious project to make each pupil progress, and especially to help pupils “with difficulties”. Despite that in practice they will be accused of not leaving enough space for this individualisation. We firmly believe that it is crucially important to understand the reasons for this accusation, even if it means that the explanation of the cause of existence of the hiatus should be restricted to inertia of the educational system (or even to conservatism of the teachers). It was one of the aims of this study.

What is clear from the here presented research, teacher-student interactions are undoubtedly a privileged tool of individualisation in teaching. The teachers profit from verbal exchanges with their pupils. It helps them uncover their difficulties and, if possible, to rectify them. In order to meet this requirement some teachers, especially the youngest and least experienced, engage in long and costly interactive exchanges with their pupils, accommodating requests for explanations, repetitions and reformulations, also attempting to treat errors of pupils (namely of the weak ones) as they appear. Our results clearly show the limits of such a practice.

Regardless of pupils' school performance, the pupils' progress is triggered by the use of phatic interactions, i.e. interactions that eliminate or modify cognitive treatment of pupils' propositions. More precisely, these progresses are the most important because these interactions specifically address the average and the weak pupils (i.e. those who are considered to be the target group profiting from individualised teaching).

The anthropo-didactic perspective helps to understand this phenomenon as the result both of submission to didactical time (advance the knowledge for the highest possible number of pupils in the given time) and of pedagogical (or ethical) submission (not to neglect pupils). In this framework, the function of phatic interaction

becomes essential. Without it, the teacher loses all flexibility in the management of his/her teaching. Too long an exchange with a pupil endangers the progress of the lesson for the rest of the class. In other words, conditions of efficiency and equity of teaching are to be looked for in existence of a favourable proportion of phatic utterances, i.e. utterances that may be *a priori* perceived as void of all didactical quality and which are despite that absolutely fundamental for harmonization of these two imperatives that are unfortunately far too often perceived as contradictory.

BIBLIOGRAPHY

BROUSSEAU, G. *Théorie des situations didactiques* [textes rassemblés et préparés par N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland, V. Warfield], Grenoble, La Pensée Sauvage, 1998.

CHOPIN, M.-P. *Le temps didactique dans l'enseignement des mathématiques. Approche des modes de régulation des hétérogénéités didactiques*. Thèse pour le doctorat de l'Université Victor Segalen Bordeaux 2, 2007, 337 p.

CHOPIN, M.-P. Les hétérogénéités: quels critères, quelles fonctions?, In R. Rouchier et al., *Actes de la XIIIème école d'été de Didactique des Mathématiques* (Sainte-Livrade, Lot-et-Garonne, du 18 au 26 août 2005) , Cédérom d'accompagnement. Grenoble: la Pensée Sauvage, 2008.

CHOPIN, M.-P. Le temps didactique et ses niveaux d'étude: enjeux d'une clarification conceptuelle pour l'analyse des pratiques d'enseignement, *Recherches en didactique des mathématiques*, 30(1), 2010, p. 83–112.

JAKOBSON, R. *Essais de linguistique générale. 1. Les fondations du langage*. Paris : Minuit, 1963.

MARCHIVE, A. *Approche anthropo-didactique des phénomènes d'enseignement et de formation: contribution à l'étude des rapports entre pédagogie et enseignement*, Note de synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches, Université de Bordeaux 2, 2006.

Ministère de l'Éducation Nationale. *Préambule des programmes de l'école primaire. (Arrêté du 9 juin 2008)*. Bulletin officiel hors-série no. 3 du 19 juin 2008.

NOVOTNÁ, J.; HOŠPEŠOVÁ, A. Effet Topaze et liaisons dans les pratiques des professeurs de mathématiques. In *Espace mathématique francophone*. Dakar, Sénégal, in print, 2009.

ROINÉ, C. *Cécité didactique et discours noosphériens dans les pratiques d'enseignement en S.E.G.P.A.: une contribution à la question des inégalités*. Thèse pour le doctorat de l'Université Bordeaux 2, 2009, 404 p.

SARRAZY, B. *La sensibilité au contrat didactique: Rôle des Arrière-plans dans la résolution de problèmes d'arithmétique au cycle trois*, Thèse pour le doctorat de l'Université de Bordeaux 2 — Mention Sciences de l'Éducation, sous la direction de M. le Professeur Pierre CLANCHÉ, 1996, 775 p.

SARRAZY, B. Les bulletins scolaires ne servent-ils qu'à évaluer les compétences des élèves ? Contribution à l'analyse des fonctions didactique et pédagogique des appréciations, *Les sciences de l'Éducation pour l'Ère nouvelle*, Vol. 33, No. 3, 2001a, 51–81.

SARRAZY, B. Les interactions maître-élèves dans l'enseignement des mathématiques: Contribution à une approche anthropo-didactique des phénomènes d'enseignement, *Revue Française de Pédagogie*, 136, 2001b, p. 117–132.

SARRAZY, B. Les hétérogénéités dans l'enseignement des mathématiques. *Educational Studies in Mathematics*, 49, 2002, 89–117.

SARRAZY, B. *Approche anthropo-didactique des phénomènes d'enseignement des mathématiques: fondements épistémologiques et ancrages théoriques*, dans G. Guedet, Y. Matheron (éds.). *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques – Année 2006*, Paris : IREM Paris 7, 2007, pp. 79–99.

VERGNAUD, G. *L'enfant, la mathématique et la réalité: Problèmes de l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire*, Berne : Peter Lang, 1983, 217 p.

Bernard Sarrazy – E-mail: Bernard.Sarrazy@u-bordeaux2.fr
Université Victor Segalen Bordeaux 2, Département des Sciences de l'Education
3, ter, place de la Victoire Laboratoire LACES (EA-4140), équipe DAESL, France

Marie-Pierre Chopin – E-mail: Marie-pierre.chopin@u-bordeaux2.fr
Université Victor Segalen Bordeaux 2, Département des Sciences de l'Education
3, ter, place de la Victoire Laboratoire LACES (EA-4140), équipe DAESL, France

Zdroje epistemologických překážek v porozumění nekonečnu

Magdalena Krátká

Abstrakt

Článek analyzuje tři oblasti jevů, se kterými se setkáváme ve snaze identifikovat epistemologické překážky v porozumění nekonečnu: Pojetí existence a s tím související princip tvůrce, Obzor a jeho polohy a Znalosti o konečnu. Každou z těchto oblastí podrobně popisují a ilustrují jednotlivé jevy výňatky z experimentálních rozhovorů. Na závěr je uvedena diskuse o těchto třech oblastech a důsledky z toho plynoucí pro hledání konkrétních epistemologických překážek.

Klíčová slova: nekonečno, epistemologická překážka, obzor, princip tvůrce.

Sources of Epistemological Obstacles in Understanding Infinity

Abstract

The article analyzes three areas of phenomena with which we meet in our effort to identify epistemological obstacles in understanding infinity — Conception of the Objects Existence and related creator's principle, The Horizon and its Positions, and Knowledge of Finiteness. Each of the areas is described in detail. Further particular phenomena are illustrated by extracts of experimental interviews. Finally the discussion on these three areas and subsequences in finding specific epistemological obstacles follows.

Key words: infinity, epistemological obstacle, horizon, the creator's principle.

1 ÚVOD

Nekonečno, ať to matematické, filozofické nebo teologické, fascinovalo a fascinuje lidstvo od počátků utváření vědeckého myšlení dodnes. Mnozí matematici se nechali omámit slastným pocitem toho, kdo rozřešil záhadu, při filozofování nad problémy založenými na nekonečnu. Stejný pocit mohou zažít dnešní studenti, když znovu objevují překvapivé vlastnosti nekonečného.

Rozvíjení poznatků o nekonečnu tvoří v historii matematiky ve všech kulturách zásadní mezníky důležité pro její další vývoj. V posledních více než třiceti letech byla otázka učení a výuky témat souvisejících s nekonečnem, popřípadě otázka porozumění nekonečnu samotnému, v centru zájmu mnoha výzkumníků didaktiky matematiky.¹ Panuje všeobecná shoda, že nekonečno je klíčovým pojmem poznávacího procesu a že заслужuje hlubší analýzu v rámci kognitivní psychologie (Fischbein et al., 1979).

Ve výzkumném týmu pracujícím na katedře matematiky PřF UJEP v Ústí nad Labem jsme se proto před několika lety rozhodli zaměřit výzkum na srovnání ontogenetického a fylogenetického vývoje porozumění nekonečnu. Za výchozí paradigma jsme zvolili teorii epistemologických překážek, která nabízí účinný aparát pro využití poznatků o historickém vývoji pojmu nekonečna při studiu vývoje porozumění tomuto jevu jedincem.

Vzhledem k tomu, že nekonečno má mnoho různých projevů, bylo třeba tuto spleť nejprve nějak strukturovat, tedy vyčlenit nejdůležitější z oněch projevů, jeho atributy. Soustředili jsme se na následujících šest atributů: mohutnost množiny, omezenost množiny, míra množiny, uspořádání, nekonečný proces a konvergence. Avšak při hledání překážek souvisejících s těmito nejrůznějšími atributy jsme naráželi na stále stejné jmenovatele. Ty jsme nakonec označili za hlavní zdroje epistemologických překážek porozumění pojmu nekonečno (a nejen jemu).

V následujících částech nejprve stručně vymezím pojem „epistemologická překážka“. Poté ve třech paragrafech podrobněji rozeberu zdroje epistemologických překážek – pojetí existence a s tím související princip tvůrce, obzor a jeho polohy zabývající se přirozeným a klasickým nekonečnem a znalostí o konečnu, které vystupují jako překážka v nejrůznějších kontextech souvisejících se všemi zmiňovanými atributy.

2 EPISTEMOLOGICKÉ PŘEKÁŽKY

Základním teoretickým východiskem je teorie epistemologických překážek, kterou formuloval G. Brousseau a která byla postupně rozpracována až do teorie didaktických situací (Brousseau, 1997; Brousseau, Sarrazy, 2002). Teorie epistemologických překážek navazuje na Piagetovu teorii vývojových stádií. Zde se ale navíc předpokládá, že konstrukce poznání není určena jen pozitivními stadii, jak to formulovali Piaget a Garcia, ale také prostřednictvím „negativních“ stádií, zahrnujících různá pravidla, přesvědčení a způsoby uvažování, jež vytvářejí překážky pro změny vedoucí k dalším stádiím (Sierpiska, 1994).

Překážku chápeme jako soubor znalostí ukotvených ve znalostní struktuře jedince, které lze v určitých situacích úspěšně používat, ale v novém kontextu selhávají a dávají špatné výsledky.

¹Pro ucelený přehled je možné nahlédnout do dvojčísla 2–3 48. ročníku časopisu *Educational Studies in Mathematics*, které bylo celé věnováno nekonečnu.

Překážka se projevuje jako chyba, která odolává sporům, s nimiž je konfrontována, a tak zabraňuje vytvoření „lepší“ znalosti. Objevuje se stejným způsobem, kdykoli se jedinec dostane do obdobné situace². Často ji pozorujeme u významné části populace³, nebo se opakuje v historii nějakého pojmu či pojetí. Překážka má tendenci se lokálně přizpůsobit s tím, že ona sama je měněna, jak nejméně je to možné. Důvodem je skutečnost, že překážka je znalost vztahující se k nějakému pojmu, tj. k matematickému pojmu. Ten vždy souvisí s celou skupinou významů a s mnoha nástroji, tvrzeními a algoritmy, které jedinec při práci s tímto pojmem může používat. Překážka je překonávána, až když je nová znalost upevněna ve znalostní struktuře jedince, což je dlouhodobý proces, neboť překážka souvisí s celou množinou situací, kdy tato znalost (tj. překážka) dává smysl (Brousseau, 1997; Radford, 1997; Spagnolo, Čížmár, 2003). V pojetí didaktické rekonstrukce jde o přebudování celého modelu, kdy je nový model konstruován na základech stávajícího a jedinec „opravuje“ to, co je nezbytné pro fungování modelu v nové situaci. Proto není možné jednoduše přebrat obsahy jednotlivých matematických disciplín jako takových (byť po příslušném zjednodušení a modelování), ale je nutné jejich znovuvytvoření na základě individuálních zkušeností (Kapadia, Borovcnik, 1991; Jelemenská et al., 2003).

Překážky epistemologického původu se vztahují k samotnému procesu nabývání znalostí. Jsou to překážky, kterých se nemůžeme a ani bychom se neměli vyvarovat, neboť mají fundamentální formativní funkci pro danou znalost. Právě tyto můžeme nalézt v historii samotného pojmu (Brousseau, 1997).

Brousseauův přístup je založen na předpokladu, že znalost může existovat a dávat smysl pouze tehdy, pokud představuje optimální řešení v daném systému daných skutečností. Historické studie tak mohou být inspirující právě pro zjištění, které nutnosti musely být změněny pro vznik či vývoj nové matematické znalosti. V tomto pojetí není tak znalost stavem mysli, je to vlastně řešení nějakého problému, které je nezávislé na řešiteli⁴. Z tohoto pohledu jsou epistemologické překážky zdrojem opakujících se nenáhodných chyb, jichž se jedinec dopouští při řešení odpovídajících problémů. Epistemologická překážka je něco, co zcela náleží pojmotvornému procesu (Radford, 1997; Radford et al., 2000).

3 METODOLOGIE

V následujících paragrafech jsou pro ilustraci popisovaných jevů užity rozhovory, které vznikaly v rámci dlouhodobého výzkumu o vývoji představ o nekonečnu, popřípadě v rámci disertační práce (Krátká, 2009). Řízené experimentální rozhovory byly realizovány s respondenty ve všech věkových kategoriích od 9 do 19 let a doplněny byly rozhovory s vysokoškolskými studenty – budoucími učiteli matematiky. Vždy byly zaznamenávány videokamerou. Záznamy byly po přepisu do protokolů podrobně analyzovány. Pozornost byla zaměřena zejména na formulaci překážek v porozumění nekonečnu a na proces jejich překonávání. Při sestavování přibližných scénářů experimentálních rozhovorů jsme používali metodu konstruované reakce žáků. V analýzách rozhovorů jsme sledovali navození kognitivního konfliktu a pokusy o jeho odstranění. (Více o této metodě v článku Cihlář et al., 2009.)

²Zde můžeme postihnout rozdíl mezi překážkou a obtíží. Obtíž není způsobena jinou znalostí, ale neznalostí nebo chybějící dovedností apod. Je-li jednou překonána, už se neopakuje. (Zde pochopitelně není řeč o zapomínání.)

³Učitelé popisují tento jev jako „děti obvykle dělají tuto chybu“.

⁴Je nutné zdůraznit, že zde je řeč o znalostech ve smyslu idejí, např. matematických pojmů, nikoli o znalostech jedince, které jsou chápány jako na něm závislé.

4 HLAVNÍ ZDROJE EPISTEMOLOGICKÝCH PŘEKÁŽEK

Na základě dlouhodobého výzkumu a předcházejících studií (Krátká, 2009; Cihlář et al., 2009) jsme vymezili dva hlavní zdroje epistemologických překážek – Pojetí existence a Obzor a jeho polohy. K nim lze účelně přiřadit další oblast, kde shledáváme původ mnoha překážek souvisejících s utvářením představ o nekonečnu – Znalosti o konečnu. Tyto tři oblasti nejsou disjunktní, naopak jsou rozmanitě propojené a jednu od druhé nelze oddělit. Kritériem rozdělení na tyto tři oblasti je tedy hlavně úhel pohledu a zaměření pozornosti na určité jevy provázající proces utváření porozumění nekonečnu; a to takové, které nacházíme jak u jednotlivých žáků a studentů, tak v historii samotného pojmu.

4.1 POJETÍ EXISTENCE – PRINCIP TVŮRCE

Pro zdárný průběh učebního procesu má klíčovou roli zjištění toho, jak ten či onen žák chápe existenci objektů zkoumaných vědou. Jinými slovy, jakou modalitu bytí těmto jevům žák přisuzuje. Přitom případné poopravení těchto žákových názorů patří mezi významné cíle celého učebního procesu.

Evropská věda volí podle vzoru antické geometrie za hlavní nástroj zkoumání reálného světa ideální, ostrý a strnulý svět, podložený pod světem reálným. Tento ideální svět se pak postupně stává vlastním předmětem jejího zkoumání, kdežto svět reálný je místem, na něž věda přenáší poznatky získané ve světě ideálním. Bytí nějakého objektu reálného světa má jinou modalitu než bytí ideálního objektu pod něj podloženého. Objektivní existence ideálních abstraktních objektů je tedy vázána na bytí objektů reálných. Bytí ideálních objektů bývá vykládáno dvojím způsobem. Při platónském pojetí je trvalé (nečasové), objekty existují nezávisle na tom, zda je někdo nazírá. Při eukleidovsko-aristotelovském pojetí jsou tyto objekty vykládány jako abstrakce z objektů reálných. Platónské pojetí v matematice začalo převládat až začátkem dvacátého století, po nástupu teorie množin.

Různost modalit bytí reálných či ideálních objektů je třeba brát v úvahu při učebním procesu. Děti na počátku učebního procesu přistupují k jevům naprosto subjektivně. Přisuzují existenci těm objektům, které mohou evidovat tělesnými smysly, a to bezprostředně. Například zeptáme-li se dítěte, zda nějaká daná úsečka AB má střed, odpoví, že ne, dokud není tento střed sestrojen. Tedy teď úsečka střed nemá, ale za chvíli by ho mohla mít. Aby ho měla, buď musí být již sestrojen anebo ho musí (fyzicky) dítě sestrojít. Tuto potřebu vykonání nazýváme **principem tvůrce**. Popsaná situace nás však upozorňuje ještě na jeden fakt, totiž že dítě rozumí bodu jako oné čárce na obrazu úsečky, popřípadě přímce či úseče jako jejímu obrázku. Mluvíme tak obecně o záměně objektu s jeho modelem.

V dalším stádiu jedinec na stejnou otázku už odpovídá, že úsečka střed má, ale další body nevidí, popřípadě jich vidí jen nějaký malý počet, zopakuje-li v myšlení konstrukci středu. Jde stále o princip tvůrce, i když v jeho zeslabené podobě. Jedinec totiž stále potřebuje vědět, jak se daný objekt vytvoří. Avšak už nemusí být oním tvůrcem, dokonce ani nemusí být objekt fyzicky sestrojen. Stačí, když je mu znám postup konstrukce. Pro takového jedince nemůže být na úsečce nekonečně mnoho bodů, neboť neexistuje postup, jakým by byly sestrojeny. (Navíc zde bude hrát roli i zmiňovaná záměna objektu s modelem.) Odpověď takového dítěte lze pak charakterizovat vyjádřením *Na úsečce bude tolik bodů, kolik se jich tam vejde, asi tak 30*. V jeho představě totiž probíhá proces konstrukce těchto bodů. Tento způsob uvažování lze přirovnat k uvažování Eukleidovu. Ten samozřejmě nepovažuje úsečku

za množinu bodů. Body jsou pro něj buď ty, které jsou významné (krajní body úsečky, vrcholy čtverce), nebo ty, které konstruuje.

Podobně se princip tvůrce může objevit, když dítě odpovídá na otázku, zda je nějaká (relativně početná) množina konečná či nekonečná. Jeho argumentace totiž stojí většinou na představě, že by on sám měl fyzicky spočítat prvky dané množiny. Není možné obecně říci, v jakém věku se dítě nachází v této fázi a kdy přechází do dalšího stádia, které můžeme popsat schopností jedince operovat s principiální možností spočítat prvky dané množiny. V experimentech jsem se setkala s devítiletými dětmi, které byly schopny v tomto kontextu uvažovat na abstraktní úrovni (tj. abstrahovat od nutnosti reálně proveditelného počítání prvků), a naopak s gymnazisty, kteří jsou stále principem tvůrce ovlivněni.

V případě geometrického kontextu se princip tvůrce projevuje následujícími možnými způsoby:

- Dítě pokládá za existující jen ten objekt (bod, úsečku apod.), který je buď již zkonstruován, nebo ho musí samo zkonstruovat.
- Dítě pokládá za existující takový objekt, jehož konstrukce je mu známa (např. ví, jak zkonstruovat střed úsečky apod.). Akceptuje takové objekty, jež je on nebo jiný člověk schopen zkonstruovat (na úsečce je možné zkonstruovat vždy jen konečně mnoho bodů).
- Dítě připouští, že objekty mohou být principiálně sestrojeny (může jich být tedy i potenciálně nekonečně mnoho).

I zde, v geometrickém kontextu, se princip tvůrce projevuje všemi zmiňovanými způsoby v různých věkových kategoriích. Např. ve svém výzkumu Jirotková a Littler (2003) uvádějí použití prvního zmiňovaného způsobu v úvahách studentů učitelství, tj. vysokoškoláků. Předchozí úvahy lze ilustrovat úryvky z experimentálních rozhovorů s jednotlivými žáky.

Jakub (11 let) řeší úlohu *Kolik nejvíc bodů lze sestrojit na úsečce AB a kolik na úsečce CD ?*, doprovobenou obrázkem s úsečkou AB dvakrát delší než je úsečka CD . V několika odpovědích z následujícího rozhovoru se u něj objevuje přímá fixace na tento obrázek spojená s principem tvůrce, tj. objekty existují až tehdy, jsou-li vytvořeny (zkonstruovány). Zcela se soustředí jen na skutečnost, že by měl body narýsovat, opomíjí otázku po největším počtu bodů. Jakub na úsečce AB vyznačil tužkou svislými čárkami 8 bodů, na úsečce CD 4 body a říká:

Jakub8: *Na tý větší AB jich bude 8, po centimetru. A tady na tý menší 4, taky po centimetru.*

Experimentátor9:⁵ *Dobře. A šly by tam narýsovat ještě nějaké další body kromě těch, co tam narýsoval?*

J10: *Jo. Třeba tady.* (kreslí další body na úsečce CD) *Takhle mezi tím.*

E11: *Hm. A kolik by jich šlo narýsovat nejvíc?*

J12: *Tak je nakreslím po milimetru.*

E13: *To by bylo nejvíc? Kolik by jich teda asi tak bylo?*

J14: (kreslí a přemýšlí) *Tři centimetry (4), po jednom milimetru (5), tak třicet.*

E15: *Třicet. To je nejvíc, co by šlo? Pak už by to nešlo?*

J16: *Ne.*

Marek (13 let) řeší úlohu *Kolik bodů leží na úsečce deset centimetrů dlouhé?* V první reakci Marek pokládá za existující body jen ty, které jsou vyznačeny. Po

⁵V dalších záznamech rozhovorů je vždy experimentátor označen písmenem E, respondent iniciálou křestního jména. V reakcích jsou označeny číslem v závorce pauzy v řeči v sekundách.

upozornění experimentátora si Marek uvědomí existenci středu úsečky, a je schopen svou úvahu zobecnit. Uskutečnovatelem již nemusí být on sám, ale někdo abstraktní, body mohou být sestrojeny pouze principiálně. Rychle pak připouští existenci nekonečně mnoha bodů.

E57: *Kolik bodů leží na úsečce deset centimetrů dlouhé?*

M58: *No dva, začínající bod a končící bod.*

E59: *To jsou teda jediný dva body, který leží na té úsečce?*

M60: *Hm, jo.*

E61: *A třeba střed, můžeš namalovat střed té úsečky?*

M62: *Hm, tam můžu mít vlastně bod X (kreslí úsečku asi 7 cm dlouhou, vyznačuje na ní svislou čárkou krajní body a střed, který označuje jako X). Takže vlastně tam bude nekonečně mnoho těch bodů, na té úsečce.*

E63: *A to bys zvládnul, nakreslit na té úsečce nekonečně mnoho bodů, jo?*

M64: *No to ne, to bych ani nemohl, ale šlo by to, prostě pořád dál a dál u těch úseček kreslit ty jejich středy.*

Schopnost pracovat pouze s principiální možností zkonstruování bodů, a v důsledku tedy s potenciálně nekonečnou množinou (analogicky s pouze principiální možností spočítání prvků nějaké množiny), souvisí také s tím, jak posouváme náš obzor. O tom pojednává následující paragraf.

4.2 OBZOR A JEHO POLOHY

Matematika jako vědní obor pracuje již od starověku pouze s **nekonečnem klasickým**, tj. jasně vymezeným a nezávislým na jedinci. Oproti tomu **přirozené nekonečno** je jev subjektivní. Jedinci se může nějaká množina nebo objekt jevit nekonečným (tedy přirozeně nekonečným), jestliže se táhne až k jeho obzoru. Obzor je také pojem subjektivní – je to hranice našeho pohledu, ať už smyslového nebo „prodlouženého znalostmi“, a zároveň to je mez oddělující „viditelnou část světa od neviditelné“. Překročíme-li nějaký obzor, znamená to, že rozšíříme viditelnou část, a to, co se předtím jevilo jako nekonečné, se už nekonečným nejeví (Vopěnka, 2008).

Uvědomíme-li si přítomnost obzorů a možnost jejich překračování – nalezneme-li onen společný princip překonávání našich obzorů – objevíme klasické nekonečno. Tak k němu přistupoval Eukleides, když požadoval, aby jakákoli úsečka byla prodloužitelná tak, jak potřebujeme, nebo když formuloval tvrzení o množství prvočísel slovy *Prvočísel je více než jakékoli dané množství*. Vyslovil tak požadavek, že jakýkoli obzor může být překročen (Eukleides, 2007). Je zřejmé, že se v tomto případě jedná o nekonečno potenciální – neříká se totiž, že jsou již všechny obzory prolomeny. Takový přístup se objevuje až v teologických úvahách středověku a do matematiky definitivně proniká aktuální (klasické) nekonečno až s teorií množin díky Bolzanovi, Cantorovi a jejich pokračovatelům, kteří si již směle mohli přisvojovat schopnosti křesťanského Boha, což Bolzano i Cantor veřejně přiznali.

Oproti tomu se v případě přirozeného nekonečna setkáváme spíše s jeho podobou aktuální, protože množiny, které se táhnou až za naše obzory, již existují. S potenciálním přirozeným nekonečnem se můžeme setkat např. v situaci nějaké posloupnosti objektů, které v určité nejasné oblasti mění svou podstatu, jako např. posloupnost opičáků vyvíjejících se až k člověku (Vopěnka, 2008).

Poznamenejme ještě, že s obzorem se setkáváme ve dvou podobách. Jednak při pohledu do dálky, kdy se nám velmi početná množina může jevit jako nekonečná, a dále při pohledu do hloubky, kdy se nám může zdát nějaká množina nekonečná proto, že její prvky jsou neuchopitelné, nerozlišitelné.

Např. **Michal** (15 let) u většiny položek dotazníku týkajících se mohutnosti reálných množin reagoval slovy: *Nedají se spočítat, těch je nekonečně*. Stejně argumentoval i tam, kde by ono spočítání reálně proveditelné bylo (např. zrníčka písku na polévkové lžici). Tato debata vznikla dotazem, je-li na celé zemi, poté v ČR, poté v jednom mraveništi nekonečně mnoho mravenců. Stejně to bylo u ryb v oceánech či např. u množiny všech atomů ve špendlíkové hlavičce. Při dotazu na počet všech lidí na světě však Michal říká: *Těch je konečně mnoho, vždyť to se provádí, to je to sčítání domů, bytů a lidí*. Michal svůj obzor překročil tím, že již slyšel o sčítání všech lidí na světě. Proto je pro něj tato množina konečná. Oproti tomu se množina všech ryb nebo mravenců i nadále táhne za jeho obzor, proto je pro něj nekonečná. Je pravděpodobné, že dalšími zkušenostmi Michal překročí i tento obzor a množina všech ryb či mravenců se pro něj stane konečnou, stejně jako množina všech lidí.

Avšak u množiny všech atomů bude muset překročit ještě další obzor, a to obzor nepředstavitelně malého. Proto je možné, že i po překonání obzorů souvisejících s obrovskými množinami bude Michal množinu všech atomů považovat za nekonečnou. V tomto kontextu navíc hraje podstatnou roli interference se znalostmi, které žáci postupně o atomech získávají. Dozívají se totiž o jejich nesmírné titěrnosti, což může mít negativní důsledky právě pro přijetí faktu jejich konečnosti. Například studentka 3. ročníku gymnázia odpovídá: *[Atomů] těch je nekonečně mnoho, protože jsou úplně malinký*. V šetření (Cihlář et al., v tisku) uvedlo přibližně 50 % maturantů, že molekul na Zemi je nekonečně mnoho!

Při porovnávání počtu všech atomů na Zemi a počtu všech úseček, jejichž středem je daný bod *A*, Michal říká: *Atomů je víc než těch úseček, atomů je jen tady třeba v týhle tužce několik miliard, to se ani nedá spočítat, těch je nekonečně. Ale těch úseček, tady na obrázku, to se dá spočítat, taky jich je hodně, podle toho, kolik jich nakreslíme, můžeme jich nakreslit nekonečně mnoho, ale zase těch atomů je na víc místech nekonečně mnoho, to se spočítat nedá*. Atomy nevidí, jsou malinkaté, neuchopitelné, jsou všude, svět se z nich skládá. Úsečky aspoň může kreslit, manipulovat s nimi. Množinu atomů chápe jako aktuálně přirozeně nekonečnou, ta množina existuje, netvoříme ji, zatímco *těch úseček* je pouze potenciálně nekonečně mnoho (může je kreslit stále, pořád, bez omezení). Intuitivně vnímá aktuálně přirozeně nekonečnou množinu početnější než množinu potenciálně nekonečnou.

Michal pracuje s přirozeným nekonečnem. Počet některých objektů je tak obrovský, že přesahuje jeho obzor. Atomy jsou nedosažitelné do hloubky, přímky do dálky, lidi jsou před obzorem, počet mravenců je za jeho obzorem. Učením se dalších poznatků o atomech nebo o mravencích se posune jeho obzor. V geometrickém světě je Michal na obzor a jeho překračování zvyklý, protože se učil o nekonečné délce přímky nebo o nekonečném počtu bodů na ní, a tyto obory chápe jako klasicky potenciálně nekonečné; ale v reálném světě je obzorem omezen daleko více. Rozlišování mezi reálným a geometrickým světem je v historii matematiky přítomné až do doby Newtona, který geometrický eukleidovský prostor ztotožnil s naším reálným prostorem. Do té doby to byly dva různé světy. Eukleides se nesnažil o zdokonalení poznání rozvíjením poznatků napínačů provazů. Svědčí o tom jeho odklon od praktických problémů. On si klade otázku, jaký je součet vnitřních úhlů trojúhelníku. Tato otázka je pro napínače provazů bezpředmětná. Naproti tomu rozpůlit úsečku je pro provazonapínače hračkou, avšak Eukleides hledá daleko náročnější řešení v rámci svých axiomů (Vopěnka, 2000). Tedy rozlišení mezi reálným a geometrickým světem je po dlouhou dobu vývoje matematiky jeho přirozenou součástí.

Michal rozlišuje mezi reálným a geometrickým světem, když odmítá porovnávat množinu všech mravenců na světě a množinu všech os souměrnosti kruhu a říká, že

jde o *reálné zaměření* a *geometrické zaměření*. Marx (2006) používá v této souvislosti ve své studii o představách žáků o nekonečných procesech termíny „Außenwelt“ a „Mathematikwelt“.

Jakub (11 let) rozumí nekonečné množině jako velmi velké množině, která přesahuje až za obzor jeho pohledu. S nekonečnem zachází jako s velmi velkým číslem, které se případně může ještě zvětšit. Na otázku experimentátora, zda je na Zemi konečně nebo nekonečně mnoho zrněk písku, Jakub odpovídá, že je jich nekonečně mnoho, přestože po chvíli říká, že se dají spočítat: *No, kdybych měl dovolenou na hodně dlouho, tak je možná spočítám. Těch budou triliony, možná i víc.*

Pro Jakuba nejsou jeho výpovědi ve sporu, protože rozumí nekonečné množině jako velmi velké množině, která přesahuje až za obzor jeho pohledu, je tedy přirozeně nekonečná. Jeho obzor je určován také tím, jaké číslo umí pojmenovat, takové si totiž umí nějakým způsobem představit. Avšak číslo jako *trilion* je již pro něj neuchopitelné, je to totéž jako nekonečno.

V kontextu nekonečného periodického rozvoje podkrývá **Klára** (19 let) svou představu nekonečně velkého množství devítek v čísle $0,9\bar{9}$ právě jako přirozeně nekonečného:

E183: *Když říkáte, že $0,9\bar{9}$ je menší než jedna, tak mi teď řekněte, jaký je rozdíl mezi tou jedničkou a mezi tím $0,9\bar{9}$.*

K184: (2) *Tak tam je žádná celá náčká, já nevím kolik, milióntina, já nevím.*

E185: *Milióntina?*

K186: *No prostě, no není to jedna desetina, je to menší než ta jedna desetina, mnohem menší.*

E187: *Tak jaký?*

K188: (7) *No těch devítek je tam víc, je to 0,99 nevím, kam až.*

E189: *Aha. Těch devítek v tom rozvoji $0,9\bar{9}$, kolik jich tam teda je?*

K190: *Nekonečně mnoho. (2) Ne, já nevím, je jich tam prostě hodně, strašně moc.*

Klára jednoznačně pracuje s počtem devítek za desetinou čarou jako s konečným. Avšak doposud byla pro ni tato představa naprosto postačující. Ve všech úvahách, které prováděla, mohla beztréstně číslo $0,9\bar{9}$ vždy nahradit jeho dostatečnou aproximací. Neměla proto důvod o své představě pochybovat. Poznamenejme ještě, že otázka typu *Čemu se rovná rozdíl $1 - 0,9\bar{9}$?* je nástrojem pro navození kognitivního konfliktu, a tedy vytváří situaci, kdy jedinec může lépe překážku překonávat.

Vnímání obzoru, jeho posouvání a překračování hraje ve vývoji porozumění nekonečnu významnou roli. V různých podobách se (mnohdy skrytě) modely vystavěné na představě přirozeného nekonečna objevují jako překážky při utváření znalostí o klasickém nekonečnu, a to jak v jeho potenciální tak aktuální podobě. Potenciální vnímání nekonečna se stává překážkou v okamžiku, kdy je jedinec novým kontextem nucen potenciální přístup aktualizovat. V tuto chvíli by měl úplně zahrnout obzor, který je přirozeným projevem potenciálního nekonečna. On to ale neudělá a přesune jej do jakéhosi „nevlastního bodu“, kde s ním již nelze posunovat.

4.3 ZNALOSTI O KONEČNU

Jevy popisované v předcházejících dvou paragrafech provázejí všechny překážky vycházející ze zkušeností s konečnem. Mnohá slova budu proto opakovat a často se odvolávat na princip tvůrce a polohu obzoru. Přesto je účelné zaměřit se na znalosti o konečnu explicitě. Je totiž na místě očekávat, že znalosti o konečnu, tj. o konečných geometrických objektech, o konečných množinách a o konečných procesech, jsou překážkou pro znalosti o jednotlivých attributech nekonečna. Evidentní je to

u platnosti Eukleidova axiomu *Celek je větší než část*, o jehož platnosti na konečných objektech máme bezpočet zkušeností. Není proto překvapivé, že bylo v historii tolikrát komentováno, že u nekonečných množin zachování tohoto pravidla neplatí, a proto nekonečné množiny nejsou možné.

Podobně nebylo nerozumné očekávat, že suma nekonečně mnoha kladných veličin musí růst nade všechny meze. Popřípadě, že spojením bezrozměrných bodů nelze vytvořit množinu, která má nenulovou míru. Dobře uspořádaná konečná množina má maximum a minimum, a proto jakákoli množina by maximum a minimum měla mít.

Jednoznačně tedy očekáváme, že zkušenosti nabyté manipulací s konečnými objekty (ať už matematickými nebo z běžného života) mají obecnou platnost. Proto bylo jejich nesplnění v historii vykládáno jako spor a tudíž bylo důvodem k zavržení aktuálního nekonečna. Často citovaným příkladem jsou úvahy, které provedl Galilei⁶ a ve kterých objasňuje, že není možné porovnávat počet všech přirozených čísel a počet všech jejich druhých mocnin, a podobně nelze porovnat počet všech bodů na kratší a delší úsečce. Jistou analogií jsou Cantorovy marné pokusy dokázat, že množina bodů na čtverci má větší mohutnost než množina bodů na úsečce.

Na počátku školní docházky má žák zkušenosti pouze s konečnými množinami (zná malá přirozená čísla, pojem čísla mu splývá s počtem prvků konečné množiny). Setkává se pouze s nepříliš početnými množinami z reálného světa a na základě elementárních představ o „velikosti“ je umí intuitivně porovnávat (*Maruška má víc bonbónů než já*).

Později se setkává s více početnými množinami, učí se pojmenovávat počet jejich prvků, rozšiřuje si obor přirozených čísel o záporná, racionální a iracionální čísla, seznamuje se s číselnými operacemi. V geometrii se setkává s bodovými množinami, kterým přiřazuje míru a vnímá je jako omezené či neomezené.

Prvním reprezentantem nekonečných množin je pro žáky množina všech přirozených čísel. Nejprve je chápána (podobně jako přímka) jako „neomezeně prodlužovatelná“ (ke každému číslu existuje ještě větší číslo), tedy ve smyslu potenciálního nekonečna. Pozdější přijetí aktuální existence této množiny je spojeno též s akceptováním existence nekonečného procesu. Vytváření dalších pojmů spojených s nekonečnem podstatně závisí na tom, zda se vytvoří tato představa aktuálně nekonečné množiny přirozených čísel.

Znalosti o konečných množinách žáci neoprávněně přenášejí i do oblasti nekonečných množin. Mají problém odlišit velmi početné množiny, které jsou za jejich obzorem, tedy přirozeně nekonečné, od klasicky nekonečných množin. Jak již bylo řečeno, obvykle používají představu, že prvky konečné množiny „lze spočítat“, a tedy nelze-li prvky množiny spočítat, prohlašují množinu za nekonečnou, tzn. používají princip tvůrce.

V kontextu geometrických bodových množin bývá pro studenty klíčovým kritériem pro porovnání jejich mohutností omezenost či neomezenost nositele uvažované množiny. Například **Pavel** (13 let) říká: *Mravenců na Zemi není nekonečně mnoho, protože by se tam přece nevešli. Vždyť každá přeci zabírá nějaký místo.* Toto kritérium, které je správné u „reálných“ množin, selhává často u množin ze světa matematiky. V tomtéž rozhovoru Pavel později říká: *Na té úsečce nemůže být nekonečně mnoho bodů, když je jen 2 cm dlouhá.*

Následující ukázka z rozhovoru ukazuje, jak se u některých respondentů přirozeně uplatňuje představa omezenosti množiny:

⁶Galileo Galilei *Distorsi e dimonstrazioni matematiche, interno a due nuove scienze*, 1638.

Matěj (15 let) má porovnat mohutnost tří bodových množin – množinu všech bodů úsečky délky 10 cm, množinu všech bodů kružnice o poloměru 10 cm a množinu všech bodů přímky.

E18: *Tak, Matěji, ty jsi u téhle otázky uvedl, že těch bodů je ve všech těch třech množinách nekonečně mnoho. A mě by teď zajímalo, jestli bys je uměl porovnat, říct, kde jich je nejvíc.*

M19: *Na tý přímce jich je nejvíc.*

E20: *Jo? A na tý úsečce a kružnici?*

M21: *Na tý úsečce a kružnici jich je taky nekonečně mnoho, ale na přímce jich je nejvíc.*

E22: *A je jich víc na tý úsečce, nebo na tý kružnici?*

M23: *To se nedá porovnat, tady jich je nekonečně mnoho a tady jich je taky nekonečně mnoho, to se nedá spočítat* (ukazuje tužkou na obrázek kružnice a úsečky).

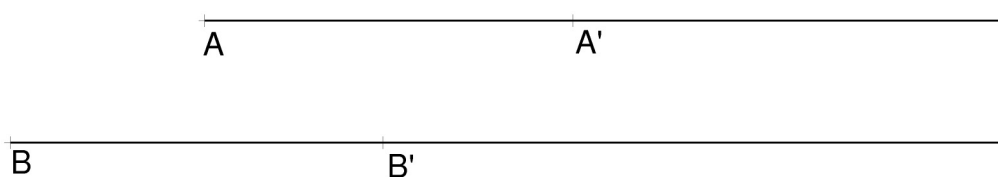
E24: *Aha, a na tý přímce se to snad dá spočítat? Nebo proč myslíš, že je jich tam nejvíc?*

M25: *No ta přímka nikde nekončí, ta vede furt dál, ale (4) ta úsečka nebo ta kružnice, ty jsou tady* (ukazuje opět tužkou před sebe na obrázek kružnice a úsečky).

Matěj používá dvě kritéria pro porovnávání nekonečných množin – kritérium celek–část (M19) a kritérium neporovnatelnosti (M23) nekonečných množin. Kritéria porovnávání nekonečných množin popisují ve svých výzkumech podrobně Tsamir a Tirosh (1996). Jimi popisovaná kritéria *vlastní podmnožina obsahuje méně prvků, všechny nekonečné množiny mají stejný počet prvků a nekonečné množiny nelze porovnávat* spolu s kritériem *počet disjunktních alespoň dvouprvkových množin je menší než počet prvků jejich sjednocení* jsou překážkami, které vycházejí ze znalostí o konečných množinách.

Znalosti o konečnu se neprojeví jako překážky jen v kontextu mohutností množin. Typickým příkladem v geometrickém kontextu je chápání přímky jako namalované, tedy konečné čáry. Například **Vendulka** (9 let) odpovídá na otázku, která z polopřímek na obrázku 1 je delší, že *delší bude to béčko, protože začíná o kousek dřív*, neboť ztotožňuje polopřímku s jejím sestrojeným obrazem. Ačkoli **Jan** (18 let) v následujícím rozhovoru uvažuje o polopřímce jako o nekonečné, a to v potenciálním smyslu, zkušenost s konečnými objekty mu zabraňuje přijmout důsledky vlastních úvah:

E5: *Tady jsou dvě polopřímky a a b* (ukazuje na obrázek 1). *Je některá z nich delší a pokud ano, tak která?*



Obr. 1

J6: *No tak, (1) ty přímky nikde nekončej, nebo ty polopřímky nikde nekončej, takže (3) nedalo by se určit, která je delší. Ale kdyby bylo daný, prostě, kde to nekonečno je nebo kde to nekonečno končí* (směje se) *nekonečno končí, prostě, kde by se nacházelo to nekonečno, tak by byla delší ta b. Ale vlastně nekonečno daný není, takže se to nedá určit, polopřímka, která je delší.*

E11: *A kdybych posunula tu polopřímku a takhle?* (pokládá doplňující otázku, která by měla navodit kognitivní konflikt, neboť stejnou úvahou lze dojít k tomu, že nyní jsou polopřímky stejně dlouhé, případně je delší polopřímka AA').

J12: *Že to pokračuje, pokračuje pořád a pořád dál, takže by obě byly stejný. Nebo stejný, teoreticky stejný, protože může může pokračovat, (2) není dán konec, takže nemůžeme, nemůžeme říct, která je delší. Zase, kdyby byl ten konec dán, tak (1) tak by byla delší a.*

Jan rozhodně nezaměňuje přímku s jejím obrazem, chápe polopřímku jako potenciálně nekonečně dlouhou – tedy neomezeně prodlužovatelnou, a proto nemůže určit, která z polopřímek je delší. Avšak když se pokusí nekonečnost polopřímky aktualizovat, projeví se znovu znalosti o konečnu – ta, která „začíná“ dříve, musí být delší (J6, J12).

Janův způsob uvažování není vůbec překvapující. Vlastně stejně by odpověděl i Bolzano. Vzhledem k tomu, že ve svém axiomatickém systému zachoval Euklidův axiom *Celek je větší než část* na úkor axiomu *Co se navzájem kryje, rovno jest*, porovnává nekonečné množiny rozdílně oproti Cantorovi. „Uvádí příklad dvou polopřímek ze dvou různých bodů A a B , které leží na stejné přímce a které běží na stejnou stranu, a tvrdí, že jedna z nich je větší o úsek AB . Přímka, na níž polopřímky leží, je opět větší, a to o veličinu, která je nekonečná, než obě polopřímky“ (Trlifajová, 2001, s. 24).

Znalosti o konečnu se jako překážka projevují i v řešení úloh o porovnávání čísel $0,\overline{9}$ a 1 . Respondenti, bez ohledu na věk (mnohdy i učitelé v praxi), nejčastěji odpovídají, že $0,\overline{9} < 1$. Mnozí to pak vysvětlují na základě znalosti o tom, jak porovnávat desetinná čísla s ukončeným desetinným rozvojem, tzn. porovnáváním číslic na jednotlivých pozicích. Stejný postup volí i pro číslo periodické, a protože se liší hned na první pozici, nemohou být čísla stejná, i když je v periodickém rozvoji nekonečně mnoho devítek.

Taková čísla, jako je $0,\overline{9}$, neměla v matematice dlouho místo. Legitimně mohla být přijata až s infinitesimálním počtem, kdy bylo řečeno, co se myslí součtem nekonečné řady. Např. Bolzano váhal s přijetím rovnosti mezi čísly $0,\overline{9}$ a 1 . Znamenalo by to ale rozbití kontinua – množiny reálných čísel – a proto rovnost přijal.

Další překážkou spadající do oblasti znalostí o konečnu je znalost, že každá uspořádaná množina má minimum i maximum. To platí pouze pro konečné množiny, ale je-li znalost přenesena na množiny nekonečné, selhává. **Michal** (15 let) například připouští, že ke každému přirozenému číslu existuje následovník, ale nevyplývá pro něj z toho nutně, že největší přirozené číslo neexistuje, je naopak přesvědčen o jeho existenci:

E51: *Jaké číslo je největší? Ty jsi tady v dotazníku napsal tohle, ležatou osmičku.*

M52: *No, nekonečno.*

E53: *Hm. (3) Hele, Michale, znáš nějaký hodně velký přirozený číslo?*

M54: *Já nevím, třeba (4) miliarda.*

E55: *A existuje ještě nějaký větší než miliarda?*

M56: *Jo, miliarda tři milióny.*

E57: *A ještě nějaký větší?*

M58: *No, jasně, vždycky můžu to číslo ještě zvětšit, třeba jen o jedničku.*

E59: *Počkej počkej, to je divný. Když můžu každý číslo vždycky ještě zvětšit, tak jak může být potom to nekonečno největší?*

M60: *No může, za ním už nic není.*

Pro Michala je tedy nekonečno největším číslem, které má určité vlastnosti přirozeného čísla, ale ta vlastnost, že může být zvětšeno, mu už chybí. Nekonečno je vlastně pro něj posledním číslem, tj. posledním obzorem, ke kterému přirozená čísla směřují.

5 ZÁVĚR

Vývoj představ jedinců o nekonečnu koresponduje do značné míry s fylogenetickým vývojem. Ve svých výpovědích respondenti užívají slova *nekonečno*, *nekonečně* či *nekonečně mnoho*. Těmto slovům může ale respondent přisuzovat nejružnější obsah a význam. Představy, které vedou k těmto odpovědím, úzce souvisejí s pojmem obzoru, jeho polohou a postupným překonáváním různých obzorů. Výsledná vývojová struktura obsahuje čtyři typy představ, přitom poslední z nich je klasické aktuální nekonečno, které odpovídá představám současné (školské) matematiky. Popsanou klasifikaci však nelze vnímat natolik zjednodušeně, že respondent má jedinou představu nekonečna ve všech kontextech. Právě naopak, a ve světle teorie epistemologických překážek je snadno pochopitelné, že se jedinec nejružněji vrací ke svým dřívějším (a naivnějším) představám.

Nejjednodušší a nejranější představa o nekonečnu, s níž se u studentů setkáváme, je přirozené nekonečno. Přirozené nekonečno je jev subjektivní – jedinci se mohou nějaká množina nebo objekt jevit přirozeně nekonečnými, jestliže se táhnou až k jeho obzoru. Budeme-li chápat množiny jako klasicky aktuálně nekonečné, pak jedincův obzor leží v jejich rámci a je pevný. Například přirozená čísla jsou v jeho představě ukončena největším pevným přirozeným číslem (např. trilion apod.). Přímka je v jeho představě ztotožněna se svým obrazem – úsečkou. O čísle $0,\overline{9}$ prohlašuje, že *devítek za desetinnou čárkou je nekonečně mnoho*, ale znamená to pro něj přirozené nekonečně mnoho, takže pracuje vždy jen s nějakou konečnou aproximací čísla $0,\overline{9}$.

Pokročilejší představa je potenciální nekonečno. Student si již uvědomuje možnost, že libovolný obzor může být překročen. Jeho obzor je tedy pohyblivý, ale stále leží v rámci diskutované množiny chápané námi klasicky aktuálně. Přirozená čísla jsou v jeho představě stále ukončena největším přirozeným číslem, o kterém ale nevíme, jak je veliké. Přímka je zde chápána jako neomezitelně prodloužitelná úsečka v Eukleidově smyslu. V úlohách o číslech $0,\overline{9}$ a $1 - 0,\overline{9}$ je i zde v představě studenta mezi desetinnou čárkou a poslední devítkou, resp. jedničkou, z našeho pohledu konečně mnoho cifer (to se projeví například při diskusi o desetinasobku tohoto čísla), ale pohyblivost obzoru se projevuje procesuálním chápáním počtu cifer, tedy že libovolný jejich počet může být zvětšen. Místo obrovského pevného čísla (trilion apod.) se často objevují formulace *Je jich strašně moc, nevíme ale, kolik jich vlastně je*. Rozdíl mezi představou popsanou slovy Přirozené nekonečno a Potenciální nekonečno se jasně projevuje např. v úloze o existenci průsečíku různoběžných přímk, jejichž obrazy na papíru se neprotínají. Zatímco student s představou přirozeného nekonečna existenci průsečíku odmítne, student s představou potenciálního nekonečna obrazy přímek prodlouží a existenci průsečíku potvrdí.

Zajímavým fenoménem je představa, kterou vystihuje termín pozice omega. Vzniká u některých žáků a studentů tam, kdy se snaží aktualizovat svůj potenciální přístup k nekonečnu. Například množina přirozených čísel je prodloužena o jakési „nevlastní“ přirozené číslo, které je větší než všechna ostatní přirozená čísla. Toto číslo (respondent ho nazývá nekonečno) sice má některé vlastnosti čísel – například označuje počet prvků nějaké množiny, ale některé vlastnosti mu chybí – například možnost sečíst ho s jiným číslem. Číslo $0,\overline{9}$ je pak chápáno tak, že devítek za desetinnou čárkou je (aktuálně) nekonečně mnoho, ale za nimi je ještě jedna poslední. Číslo $1 - 0,\overline{9}$ je uvažováno ve tvaru $0,00\dots 01$, kde mezi desetinnou čárkou a jedničkou je (aktuálně) nekonečně mnoho nul. Podobně přímka je prodloužená až „do nekonečna“, přičemž si ale stále zachovává svůj krajní (nevlastní) bod. Pozici omega lze chápat jako vývojový mezistupeň mezi potenciálním a aktuálním chápáním neko-

nečna. Respondent svůj obzor, který je přirozeným projevem potenciálního přístupu, nezruší úplně, ale přesouvá jej do jakési nevlastní polohy, kde s ním již nelze posunovat.

S tím, jak se posunuje jedincův obzor, neodmyslitelně souvisí pojetí existence matematických objektů. Totiž podle toho, kdo je uskutečňovatelem nějakého objektu, kdo je zárukou jeho existence, zda člověk, nadčlověk či Bůh, tam nacházíme, resp. nenacházíme žádný, pomyslný obzor. Děti na počátku učebního procesu přistupují k jevům naprosto subjektivně. Přisuzují existenci těm objektům, které mohou evidovat tělesnými smysly, a to bezprostředně. Postupně přijímají existenci takových objektů, znají-li alespoň principiální možnost jejich vytvoření – konstrukci nějakého geometrického objektu, dopočítání se nějakého velkého čísla apod. Na konci tohoto procesu je ztotožnění se současným množinovým pojetím matematiky.

Sama matematika prodělala tento vývoj k absolutnímu zaštiťovateli pravdy velmi pozvolna, což můžeme mimo jiné dobře pozorovat na přisuzování existence geometrickým objektům. Za pomoci teorie množin je totiž možné přímku chápat jako množinu bodů, ze kterých se tato přímka skládá. Najednou se geometrický prostor zaplnil nejrůznějšími objekty, které byly v předmnožinové matematice nemyslitelné, z nichž úsečka bez koncových bodů nebo kruh bez hraniční kružnice jsou ty nejjednodušší. Koncem 19. století se pak zrodilo nové odvětví geometrie – topologie. Ta se dívá na roztodivné množiny bodů jako na geometrické objekty a především tak vnímá i doplňky k takovým geometrickým objektům.

Zdálo by se, že geometrie, kterou dnes vyučujeme na našich školách, alespoň základních, odpovídá vývojově právě Eukleidovu pojetí. Ovšem ačkoli pracujeme stále v Eukleidově geometrii, neboť je to model teorie jeho pěti postulátů, naše pojetí je značně ovlivněno pozdějším vývojem, především myšlenkami teorie množin. Často když čteme samotného Eukleida, si obsah jeho slov vykládáme prostřednictvím teorie množin. Tento obrovský krok, který lidstvo započalo již v době Galilea, dokončil David Hilbert, když provedl axiomatickou výstavbu geometrie a mimo jiné vyslovil axiom úplnosti pro body, přímky a roviny. Od této chvíle byl geometrický prostor a priori vyplněn všemi body, všemi přímkami a všemi rovinami (tedy i jejich částmi). Geometr od této chvíle nevytváří geometrické útvary, ale pouze si je, jejich vlastnosti a vztahy „uvědomuje“.

Je zřejmé, že z této disproporce „ideální školské matematiky“ a přirozeného přístupu žáků v podobě principu tvůrce mohou vznikat mnohá nedorozumění a docházet k fixacím nesprávných představ. Učitel si tak musí být vědom toho, odkud a kam chce dovést své žáky, a neustále vytvářet situace vhodné k překonávání jednotlivých epistemologických překážek.

LITERATURA

BROUSSEAU, G. *Theory of Didactical Situations in Mathematics. Didactique des mathématiques, 1970–1990*. [Balacheff, N. et al.(ed.)] Dordrecht : Kluwer Academic Publisher, 1997.

BROUSSEAU, G.; SARRAZY, B. *Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques*. DAEST, Université Bordeaux 2, 2002. (English translation by V. Warfield).

CIHLÁŘ, J.; EISENMANN, P.; KRÁTKÁ, M.; VOPĚNKA, P. Cognitive conflict as a tool of overcoming obstacles in understanding infinity. *Teaching Mathematics and Computer Science*, 2009, Vol. 7, No. 2, p. 279–295.

- CIHLÁŘ, J.; EISENMANN, P.; KRÁTKÁ, M. *The Process of the Infinity Concept Formation by means of Obstacles and Their Overcoming*. [v tisku].
- EUKLEIDES. *Základy. Knihy I–IV*. [Komentované P. Vopěnkou. Překlad F. Servít, 1907.] Nymburk : OPS, 2007.
- FISCHBEIN, E.; TIROSH, D.; HESS, P. The Intuition of Infinity. *Educational Studies in Mathematics*, 1979, Vol. 10, p. 3–40.
- JELEMENSKÁ, P.; SANDER, E.; KATTMANN, U. Model didaktické rekonstrukce: Impulz pre výzkum v oborových didaktikách. *Pedagogika*, 2003, roč. 53. č. 2, s. 190–201.
- JIROTKOVÁ, D.; LITTLER, G. Student's Concept of Intimty in the Context of a Simple Geometrical Construct. In *Proceedings of the 2003 Joint Meeting of PME and PMENA*, (Vol. 3, p. 125–132), Honolulu, Hawai, 2003.
- KAPADIA, R.; BOROVCNIK, M. *Chance Encounters: Probability in Education*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 1991.
- KRÁTKÁ, M. *Srovnání ontogenetického a fylogenetického vývoje porozumění jevu nekonečno v geometrickém kontextu*. Praha, 2009, 150 s. Disertační práce (Ph.D.). Univerzita Karlova v Praze. Pedagogická fakulta. Katedra matematiky a didaktiky matematiky. Vedoucí disertační práce P. Vopěnka.
- MARX, A. *Schülervorstellungen zu „unendlichen Prozessen“*. Berlin : Verlag Franzbecker, 2006.
- RADFORD, L. *On Psychology, Historical Epistemology, and the Teaching of Mathematics: Towards a Socio-Cultural History of Mathematics. For the Learning of Mathematics* 17, 1. Vancouver : FLM Publishing Association, 1997, p. 26–33.
- RADFORD, L.; BOERO, P.; VASCO, C. Historical formation and student understanding of mathematics: Epistemological assumptions framing interpretations of students understanding of mathematics. In FAUVEL, J.; Van MAANEN, J. (ed.). *History in Mathematics Education*. Dordrecht, Boston, London : Kluwer, 2000.
- SIERPINSKA, A. *Understanding in Mathematics*. Washington, D.C. : The Falmer Press London, 1994.
- SPAGNOLO, F.; ČIŽMÁR, J. *Komunikacia v matematike na strednej škole*. Brno : Masarykova univerzita, 2003.
- TRLIFAJOVÁ, K. *Studie o nekonečnu v matematice*. Praha : 2001. Disertační práce (Ph.D.). Univerzita Karlova v Praze. Matematicko-fyzikální fakulta. Katedra teoretické informatiky a matematické logiky.
- VOPĚNKA, P. *Pojednání o jevech povstávajících na množství*. Plzeň a Nymburk : OPS, 2008.
- VOPĚNKA, P. *Úhelný kámen evropské vzdělanosti a moci*. Praha : Práh, 2000.

Magdalena Krátká – E-mail: magdalena.kratka@gmail.com

Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Přírodovědecká fakulta, Česká republika

Školní projekty ve výuce přírodovědných předmětů na 2. stupni základních škol – česko-slovenský srovnávací výzkum

Milena Pouchová

Abstrakt

Článek se zabývá současným stavem začleňování školních projektů do výuky přírodovědných předmětů na 2. stupni základních škol. Představuje část výsledků česko-slovenského srovnávacího výzkumu založeného na dotazníkovém šetření provedeném v červnu 2009 na náhodně vytvořeném vzorku 180 českých a 71 slovenských škol. Cílem průzkumu bylo zjistit, v jaké míře je projektového vyučování v současnosti využíváno, a poskytnout tak podklad pro další specifické výzkumy. Dotazníkové šetření bylo orientováno na počet a hlavní charakteristiky uskutečněných projektů (např. délku, počet zapojených předmětů, tříd a pedagogů), na některé činnosti učitelů a žáků v projektech a také na postoje učitelů k této koncepci.

Klíčová slova: projektové vyučování, aktivita žáka, kooperace, přírodovědné předměty.

School Projects in the Teaching of Sciences at Lower Secondary Schools – Czech-Slovak Comparative Research

Abstract

The article deals with the current state of using school projects in the teaching of sciences at lower secondary schools. It includes some results of Czech-Slovak comparative research based on the questionnaire survey from June 2009 aimed at a randomly selected sample of 180 Czech and 71 Slovak schools. The goal of the research was to find out to what extent project teaching is currently used and thus build a basis for other more focused research. The survey focused on the number and basic characteristics of carried out projects (e.g., length, the number of school subjects, classes and teachers), on some activities of teachers and pupils within the projects and also on the teachers' attitudes towards this way of teaching.

Key words: project teaching, pupils' activity, cooperation, sciences.

1 ÚVOD

V dnešní době prochází české i slovenské základní školství zásadními proměnami. Mění se pojetí, cíle i strategie vzdělávání, důraz je kladen na rozvíjení klíčových kompetencí důležitých pro osobnostní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti. Nové státní kurikulární dokumenty umožňují učitelům a ředitelům začlenit do svých školních vzdělávacích programů alternativní způsoby výuky. Učitelé zkoušejí nejen zcela nové postupy, ale vracejí se také k některým metodám a koncepcím užívaným v československé pedagogice v první polovině 20. století. Jednou z nich je projektové vyučování, které se od tradičního vyučování odlišuje především povahou činností učitele i žáka, výběrem a uspořádáním vzdělávacího obsahu.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

V nejnovějším vydání pedagogického slovníku (Průcha, Walterová, Mareš, 2009) je projektové vyučování definováno jako „*vyučování založené na projektové metodě*“. K heslu „projektová metoda“ je uvedeno následující: „*vyučovací metoda, v níž jsou žáci vedeni k samostatnému zpracování určitých témat (projektů) a získávají zkušenosti praktickou činností a experimentováním. . . Projekty mohou mít formu integrovaných témat, praktických problémů ze životní reality nebo praktické činnosti vedoucí k vytvoření nějakého výrobku, výtvarného či slovesného produktu. . .*“ (Průcha, Walterová, Mareš, 2009, s. 226).

Teorii projektového vyučování se v České republice zabývali zejména J. Valenta a H. Kasíková (1993), J. Skalková (1994, 1995), J. Kašová (1995), M. Švecová (2001), M. Kubínová (2002), J. Kratochvílová (2006), J. Maňák (2008) a M. Dvořáková (2009).

Slovenských studií je méně¹; většinou vycházejí z myšlenek českých autorů. Nejobsáhleji se projektové výuce věnují M. Zelina (1995), B. Kosová (1995/1996), I. Turek (2002), E. Petrášková (2007), E. Petlák (2008) a J. Žilka (2010).

V dílech uvedených autorů je projektové vyučování nejčastěji pojímáno jako vyučovací metoda, komplexní vyučovací metoda nebo organizační forma výuky, zřídka jako systém činností či koncepce vyučování. Většina autorů se shoduje na těchto rysech projektové výuky:

- propojuje školu s životní praxí (řešení aktuálních problémů běžného života),
- vychází ze zájmů a potřeb žáků (projekty jsou blízké žákovi a jeho okolí),
- zahrnuje úkoly teoretické i praktické,
- vyžaduje aktivitu a samostatnost žáka,
- žáci pracují ve skupinách, kooperují,
- činnosti jsou koncentrovány okolo určitého jádra, ideje (dochází k integraci poznatků z různých oborů),
- činnosti jsou cílené, promyšlené a organizované (projekt zpravidla zahrnuje tyto fáze: záměr–plánování–realizace—prezentace–hodnocení).

¹Svědčí o tom např. bibliografie „Alternatívne školstvo na Slovensku v rokoch 2001–2008“, mapující publikace v monografiích i periodikách.

Co se týče názoru na zařazení projektového vyučování do školní praxe, shodují se čeští i slovenští autoři na tom, že je nástrojem naplňujícím požadavky na moderní, efektivní vzdělávání, protože rozvíjí nejen žákovy znalosti, schopnosti a dovednosti, ale ovlivňuje také postoje a hodnotovou orientaci.

3 SPOLEČNÉ A ROZDÍLNÉ CHARAKTERISTIKY ČESKÝCH A SLOVENSKÝCH KURIKULÁRNÍCH DOKUMENTŮ NA ÚROVNI ZÁKLADNÍHO ŠKOLSTVÍ

V přípravné fázi našeho výzkumu byly analyzovány státní kurikulární dokumenty obou zemí. Soustředili jsme se zejména na aspekty, které se vztahují k výuce přírodovědných předmětů a k projektovému vyučování.

V ČR začala realizace kurikulární reformy dříve než na Slovensku. Český školský zákon a „Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání“ (2005) vstoupily v platnost v roce 2005. V návaznosti na ně základní školy vytvořily vlastní školní vzdělávací programy, podle nichž začaly vyučovat ve školním roce 2007/08 v prvních a šestých ročnících. Slovenský školský zákon a „Štátny vzdelávací program pre 2. stupeň základnej školy v Slovenskej republike“ (2008) vstoupily v platnost v polovině roku 2008. Již ve školním roce 2008/2009 zahájily základní školy výuku podle svých školních vzdělávacích programů v prvních a pátých ročnících.

České a slovenské rámcové učební plány, jež rozdělují obsah vzdělávání do tzv. vzdělávacích oblastí, vykazují tyto podstatné odlišnosti:

1. Do vzdělávací oblasti Člověk a příroda patří podle českého dokumentu předměty fyzika, chemie, přírodopis a zeměpis; ve slovenském učebním plánu jsou to pouze fyzika, chemie a přírodopis, neboť zeměpis je součástí vzdělávací oblasti Člověk a společnost.
2. Český vzdělávací program poskytuje školám větší volnost, neboť stanovuje pouze minimální časovou dotaci pro celou vzdělávací oblast a pro všechny ročníky 2. stupně dohromady, a to 21 hodin týdně. Slovenský vzdělávací program určuje hodinovou dotaci striktně pro každý předmět a ročník zvlášť. V součtu se jedná o 19,5 hodiny týdně.
3. Slovenský vzdělávací program stanoví povinné průřezové téma věnované tvorbě projektu a prezentačním dovednostem. V českém programu toto průřezové téma chybí.

V kurikulárních dokumentech obou zemí jsme našli také mnohé společné prvky usnadňující realizaci projektového vyučování: možnost blokové výuky, dělení třídního kolektivu na menší paralelní skupiny, slovní hodnocení, využití disponibilních hodin pro nepovinné a povinně volitelné předměty, do nichž se žáci hlásí na základě svých zájmů atd.

4 VÝZKUMNÉ ŠETŘENÍ

4.1 CHARAKTER VÝZKUMU

Prezentovaný výzkum byl zaměřen na využívání projektů ve výuce přírodovědných předmětů na 2. stupni základních škol v České a Slovenské republice. Na základě

analýzy dostupných pramenů jsme konstatovali, že v českých ani slovenských podmínkách dosud nebyl proveden reprezentativní výzkum v této oblasti. Proto jsme se rozhodli uskutečnit na reprezentativních vzorcích orientační deskriptivní a srovnávací průzkum zjišťující aktuální stav v dané problematice². Hlavním **cílem výzkumu** bylo zjistit, v jaké míře je projektového vyučování v současnosti využíváno, a poskytnout tak podklad pro další specifické výzkumy. Stěžejní část průzkumu proběhla v červnu 2009, jelikož byla zaměřena na projekty uskutečněné během školního roku 2008/2009.

V návaznosti na teoretické studie a nové kurikulární dokumenty byly pro potřeby výzkumu definovány tyto **operační pojmy**:

Přírodovědné předměty = všechny předměty (vzdělávací obory), které RVP ZV (2007) zahrnuje do vzdělávací oblasti Člověk a příroda, tj. fyzika, chemie, přírodopis a zeměpis, případně další školami vytvořené předměty, které svou charakteristikou, cíli a očekávanými výstupy této oblasti odpovídají.

Projekt = komplexní úkol, na němž žáci pracují samostatně, alespoň částečně v týmech či skupinách; učitel jejich činnost pouze koordinuje, usměrňuje a hodnotí. Projekt musí být vytvořen a realizován pouze v dané škole.³

Přírodovědný projekt = projekt zahrnující vzdělávací obsah, cíle či očekávané výstupy alespoň jednoho přírodovědného předmětu.

Výzkumný problém obsahoval tyto **hlavní výzkumné otázky**:

1. Jaký je podíl škol, jež realizovaly přírodovědné projekty ve školním roce 2008/2009, na celkovém počtu škol?
2. Kolik přírodovědných projektů se ve školách uskutečnilo?
3. Byl počet uskutečněných přírodovědných projektů závislý na počtu učitelů přírodovědných předmětů?
4. Jaké typy projektů byly preferovány?
5. Jaké bylo tematické zaměření uskutečněných projektů?
6. Jaké činnosti vykonávali žáci a učitelé v průběhu projektu?
7. Jaké jsou názory učitelů na projektovou výuku?

Všechny výzkumné otázky byly řešeny v česko-slovenském srovnání.

²Deskriptivní výzkumné problémy zjišťují a popisují situaci, stav nebo výskyt jevů, nesledují však vztahy mezi nimi a proto neumožňují vyslovit hypotézy (Gavora, 2000). Výzkumná šetření, která řeší problémy tohoto typu, jsou zpravidla označována jako sondy, průzkumy (Chráška, 2007) či orientační průzkumy (Maňák, Švec, 2004).

³Z našeho šetření jsme záměrně vyloučili projekty z dílen středisek ekologické výchovy a jiných národních i mezinárodních institucí. Zmíněné organizace školám nabízejí univerzální projekty s detailní přípravou a metodikou, čímž podstatně usnadňují přípravu učitelů, zároveň však, dle našeho názoru, přinášejí riziko, že nebudou vyhovovat konkrétním podmínkám školy a neposkytnou žákům i učitelům dostatek příležitostí k samostatnému plánování, rozhodování a různým činnostem. Členství ve společném programu (projektu) zpravidla přináší škole různé výhody, není však zárukou toho, že je ve škole realizováno projektové vyučování.

4.2 METODIKA

4.2.1 ZÁKLADNÍ SOUBORY

Při definování základních souborů pro výzkumné šetření byla v České i Slovenské republice uplatňována shodná kritéria. Základní soubory tvořily základní školy poskytující ve školním roce 2008/2009 obecné vzdělání na 2. stupni (na nižší sekundární úrovni ISCED 2A), bez ohledu na zřizovatele. Důležitou podmínkou bylo hlavní vyučování v úředním jazyce daného státu.

V ČR tvořily základní soubor všechny základní školy s 2. stupněm, s hlavním vyučovacím jazykem českým, vzdělávající žáky podle „Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání s přílohou upravující vzdělávání žáků s lehkým mentálním postižením“, platného od 1. 9. 2005. Základní soubor tedy zahrnoval i základní školy praktické.

V SR byly do základního souboru zahrnuty všechny základní školy s 2. stupněm, s hlavním vyučovacím jazykem slovenským, vzdělávající žáky podle „Štátného vzdelávacieho programu pre 2. stupeň základnej školy v Slovenskej republike“, platného od 30. 6. 2008. Základní soubor nezahrnoval základní školy praktické.⁴

Na počátku školního roku 2008/2009 bylo českých škol splňujících výše uvedené podmínky 2 650 (dle Statistické ročenky Ústavu pro informace ve vzdělávání a doplňujících informací jeho pracovníků ke dni 30. září 2008), slovenských škol pouze 1 305 (dle Statistické ročenky 2008/2009 Ústavu informácií a prognóz školstva ke dni 15. září 2008).

4.2.2 VÝZKUMNÉ SOUBORY

Výzkumné soubory jsme vytvořili náhodným výběrem (losováním) škol z kompletních seznamů škol, které odpovídají kritériím základního souboru. Z českého i slovenského základního souboru bylo vybráno přibližně 10 % škol, konkrétně 250 českých a 130 slovenských.

Pro tvorbu českého výběrového souboru byl použit „Adresář škol a školských zařízení regionálního školství“⁵ obsahující seznam základních škol v elektronické podobě spolu s jejich kontaktními údaji a umožňující filtraci podle různých kritérií. Pro tvorbu slovenského výběrového souboru nám posloužil „Zoznam základných škôl“ Ústavu informácií a prognóz školstva⁶ v elektronické podobě, jenž obsahoval také kontaktní údaje škol včetně emailových adres.

⁴Úplné shody v základních souborech nebylo možno dosáhnout vzhledem k tomu, že

- 2. stupeň základní školy obsahuje na Slovensku pět ročníků, zatímco v České republice pouze čtyři ročníky,
- slovenské praktické školy nejsou ekvivalentem českých praktických škol; poskytují další vzdělávání žákům s mentálním postižením až po absolvování speciální základní školy,
- v SR existuje výrazně vyšší počet církevních škol, ale nižší počet soukromých škol než v ČR,
- v SR se existuje výrazně vyšší počet škol vyučujících v jiném než úředním jazyce státu.

⁵Dostupný v době zahájení výzkumného šetření na stránkách Ústavu pro informace ve vzdělávání z <http://founder.uiv.cz/registr/vybskolr.asp>

⁶Dostupný v době zahájení výzkumného šetření z <http://www.uips.sk/registre/zoznamy-skol-sz-v-exceli>.

4.2.3 METODA SBĚRU DAT

Vzhledem ke stanoveným cílům, ke značnému rozsahu výzkumných souborů a k mezinárodnímu rozměru výzkumu jsme použili metodu dotazníku. Jednalo se o dotazník vlastní konstrukce, který jsme v dubnu 2009 ověřili v předvýzkumu na skupině dvaceti respondentů (19 českých a 1 slovenský učitel). Respondenti byli vybráni záměrně, a to na základě jejich předchozích zkušeností s projektovou výukou. Po finálních úpravách dotazník obsahoval 43 uzavřených, 6 polouzavřených a 4 otevřené položky. Čas nezbytný pro vyplnění dotazníku byl stanoven na 30 minut.

Úvodní část dotazníku obsahovala instrukce k jeho vyplnění a rovněž vymezení pojmu „přírodovědný projekt“.

Hlavní část dotazníku byla rozdělena do tří sekcí. První sekce „Část A – Základní údaje“ obsahovala filtrační otázku zaměřenou na typ školy a dále otázky zjišťující velikost obce a počet učitelů přírodovědných předmětů, kteří působí ve škole. Následující položky se dotazovaly na počet uskutečněných přírodovědných projektů a jejich tematické zaměření.

Sekce nazvaná „Část B – Charakteristika projektů realizovaných ve Vaší škole“ obsahovala 37 jednořádkových uzavřených položek, které byly pro přehlednost rozděleny do 8 skupin. Zjišťovaly délku a místo realizace projektů, počet zapojených tříd, navrhovatele projektu, zapojení žáků a učitelů do činností v různých fázích projektu. Rovněž se zabývaly způsoby prezentace výsledných produktů a hodnocením.

Poslední sekce „Část C – Vaše názory a postoje“ byla zahájena čtyřmi uzavřenými položkami zjišťujícími míru spokojenosti učitele s různými aspekty projektů, jichž se v daném školním roce osobně účastnil. Následovaly tři polouzavřené položky, které se dotazovaly na učitelovo hodnocení žákovské činnosti, na způsob rozdělování žáků do skupin a na dovednosti žáků, potřebné pro práci na projektu. V závěru dotazníku byly zařazeny položky, v nichž jsme se respondentů ptali na výhody a úskalí projektové výuky a na nejčastější chyby učitelů při realizaci projektů. Tyto otázky byly koncipovány jako otevřené, s cílem neovlivňovat názory respondentů a získat co nejrozsáhlejší odpovědi. Poslední položka dotazníku zjišťovala zájem respondentů o zaslání výsledků výzkumu.

Pro slovenské respondenty bylo finální znění dotazníku, stejně jako průvodní dopis, přeloženo do slovenštiny. Technikou zpětného překladu bylo minimalizováno riziko zkrivení výsledků výzkumu.

4.2.4 REALIZACE VÝZKUMU

Vzhledem k velikosti výzkumného souboru a také z finančních a časových důvodů jsme se rozhodli oslovit vybrané školy prostřednictvím elektronické pošty. Emailové adresy vybraných škol byly součástí kontaktních informací uvedených v adresářích Ústavu pro informace ve vzdělávání a Ústavu informací a prognóz školstva.

Dopis s příloženým dotazníkem byl rozeslán na české i slovenské školy v červnu 2009. Byl adresován učitelům přírodovědných předmětů. Dotazník vyplňoval vždy pouze jeden učitel s tím, že v sekcích A a B uvedl údaje za celý 2. stupeň školy, v sekci C vyjadřoval své vlastní postoje a názory.

Učitelé mohli vyplnit a vrátit dotazník dvěma způsoby. První možností bylo vyplnění dotazníku v příloženém textovém souboru a jeho odeslání zpět na kontaktní emailovou adresu. Druhou možností bylo přejít na uvedený odkaz a vyplnit dotazník na našich internetových stránkách. Aplikace byla nastavena tak, aby povolovala vyplnění pouze jednoho dotazníku z určité IP adresy, ale zároveň umožňovala opakované vstupy do rozpracovaného dotazníku, jeho doplnění a změny v odpovědích.

Teprve po pokynu „odeslat“ (na poslední straně) byl dotazník definitivně poslán ke zpracování a respondent do něj již neměl přístup.

4.3 VÝSLEDKY VÝZKUMU A DISKUZE

4.3.1 METODY ANALÝZY DAT

Získaná data byla zpracována běžnými matematicko-statistickými postupy. Primární analýza všech položek zahrnovala zjištění absolutních a relativních četností, u otevřených položek po předchozí kategorizaci. Charakteristické polohy byly vyjádřeny prostřednictvím aritmetického průměru, mediánu, případně modální kategorie. U některých položek byla zjišťována variabilita odpovědí pomocí směrodatné odchylky či nominální variance a konfidenční interval spolehlivosti pro 95% hladinu významnosti.

Sekundární analýza byla provedena pouze výjimečně. Zahrnovala výpočty závislostí pomocí Pearsonova korelačního koeficientu, doplněné výpočtem koeficientu determinace.

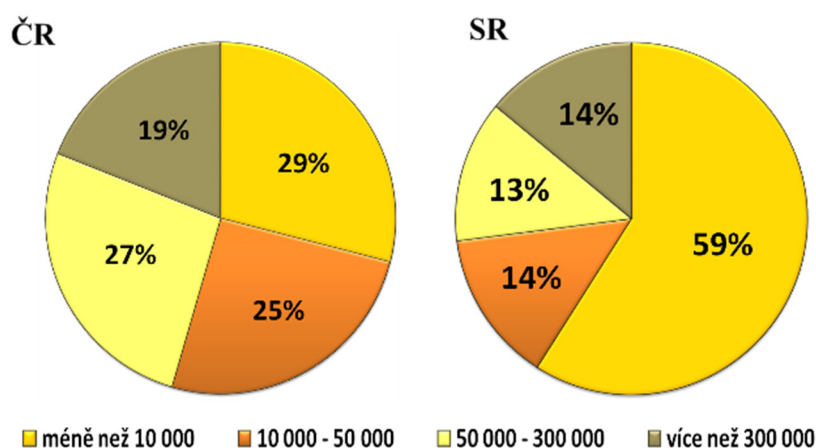
4.3.2 NÁVRATNOST DOTAZNÍKŮ

V České republice poslalo vyplněný dotazník zpět 182 škol, což představuje návratnost 72,8 %. Dva dotazníky byly vyplněny chybně, a proto byly ze souboru vyřazeny. Ve Slovenské republice poslalo vyplněný dotazník zpět 71 škol – návratnost činila 54,6 %.

4.3.3 CHARAKTERISTIKA ŠKOL V ZÍSKANÉM VZORKU

V českém vzorku byly rovnoměrně zastoupeny školy z obcí různé velikosti. Nejvíce škol (29 %) se nacházelo v obcích s méně než 10 tisíci obyvateli, naopak nejméně dotazníků (19 %) patřilo školám z měst nad 300 tisíc obyvatel, tedy z Prahy, Brna a Ostravy. Ve slovenském vzorku převažovaly školy z malých obcí velice výrazně, tvořily téměř 60 %. Nejméně dotazníků (13 %) bylo vráceno z měst s 50 tisíci až 300 tisíci obyvatel.

Vyhodnocení otázky č. 2, dotazující se na typ školy, prokázalo, že všechny české i slovenské školy splnily podmínky základního souboru.



Obr. 1: Počet obyvatel obce, v níž se školy nacházejí

Podíl škol, jež realizovaly přírodovědné projekty ve školním roce 2008/2009, na celkovém počtu škol

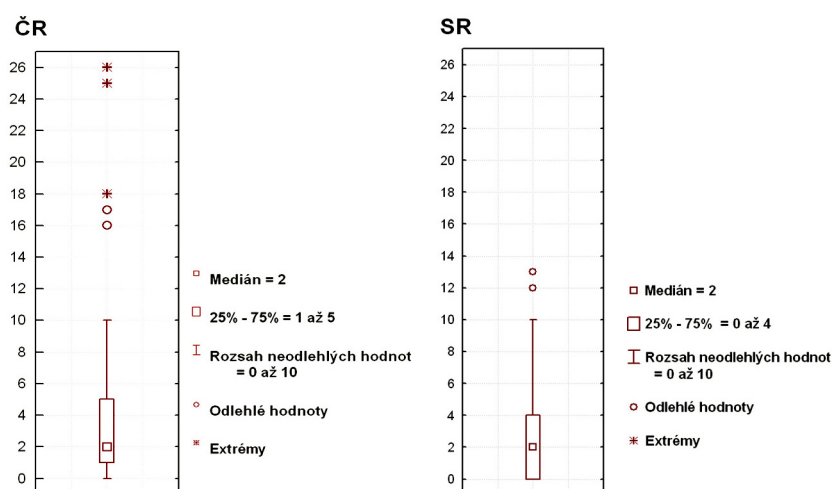
Zjistili jsme, že počet základních škol, které realizovaly ve školním roce 2008/2009 přírodovědný projekt, byl v České republice vyšší než ve Slovenské republice. V českém vzorku uskutečnilo alespoň jeden projekt 89 % škol, což odpovídá 82–96 % škol ze základního souboru. Ve slovenském vzorku organizovalo minimálně jeden projekt 73 % škol, což odpovídá 62–85 % škol ze základního souboru.

Domníváme se, že existuje několik hlavních příčin nižšího počtu slovenských škol, které využívají projekty. Na rozdíl od českých učitelů, slovenští pedagogové se v posledních 20 letech projektovým vyučováním příliš nezabývali a upřednostnili integrovanou tematickou výuku i jiné alternativní metody (Zelina, 2000). Kurikulární reforma, jež významně usnadnila začlenění projektů do výuky, byla na Slovensku uvedena do praxe o rok později než v České republice, tedy ve školním roce 2008/2009, v jehož závěru jsme výzkum prováděli. Slovenským školám chybí tudíž letité praktické zkušenosti a také znalost metodiky tvorby, realizace a evaluace kvalitních projektů.

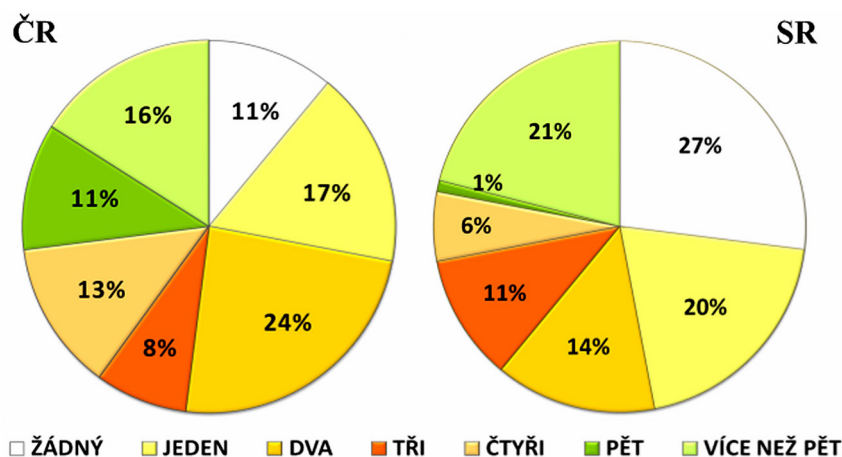
Počet přírodovědných projektů ve školách

Zatímco v českém vzorku byla nejčastějším případem škola se dvěma přírodovědnými projekty, ve slovenském vzorku se nejčastěji vyskytovaly školy bez projektu, což odpovídá výše uvedené skutečnosti, že slovenské školy mají obecně s projektovou výukou menší zkušenosti. V českých školách bylo realizováno celkem 642 přírodovědných projektů, průměrně tedy 3,6 projektu v jedné škole. Slovenské školy uskutečnily v přírodovědných předmětech celkem 234 přírodovědných projektů, což činí průměr 3,3 projektu.

Pokud ovšem porovnáme počty projektů realizovaných pouze v „aktivních“ školách, dosahují slovenské školy (4,5 projektů na jednu školu) lepších průměrných výsledků než české (4 projekty na jednu školu). Jak je patrné z obrázku č. 3, ve slovenském vzorku je také procentuálně větší množství škol, které uskutečnily více než pět projektů. Nejvyšší počet projektů zorganizovaných v jedné škole činí v ČR 26, v SR 13 projektů.



Obr. 2: Počet projektů realizovaných v přírodovědných předmětech ve školním roce 2008/2009



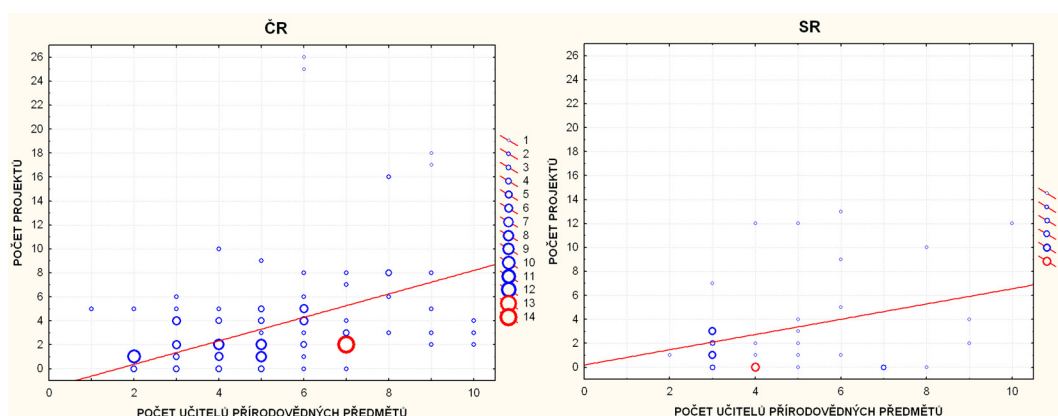
Obr. 3: Počet projektů realizovaných v přírodovědných předmětech ve školním roce 2008/2009

Závislost počtu přírodovědných projektů na počtu učitelů přírodovědných předmětů

Ve výzkumných souborech obou zemí byly zastoupeny školy s různě velkými pedagogickými sbory. V průměrné české škole působilo 5,3 učitelů přírodovědných předmětů, ve slovenské škole 4,9 učitelů.

Obrázek č. 4 ukazuje vztah mezi počtem učitelů přírodovědných předmětů a počtem realizovaných projektů. Velikost kroužků odpovídá četností jednotlivých kombinací, nejvyšší četnost je vyznačena červeným kroužkem. V ČR byla nejčastějším případem škola se sedmi učiteli a dvěma realizovanými projekty, v SR škola se čtyřmi učiteli a žádným uskutečněným projektem.

Zjistili jsme, že mezi počtem učitelů a počtem realizovaných projektů existuje v obou zemích jen nízká pozitivní závislost. V českých i slovenských školách byla více než polovina projektů realizována pouze jedním učitelem, a to bez ohledu na celkový počet učitelů vyučujících přírodovědné předměty v dané škole.

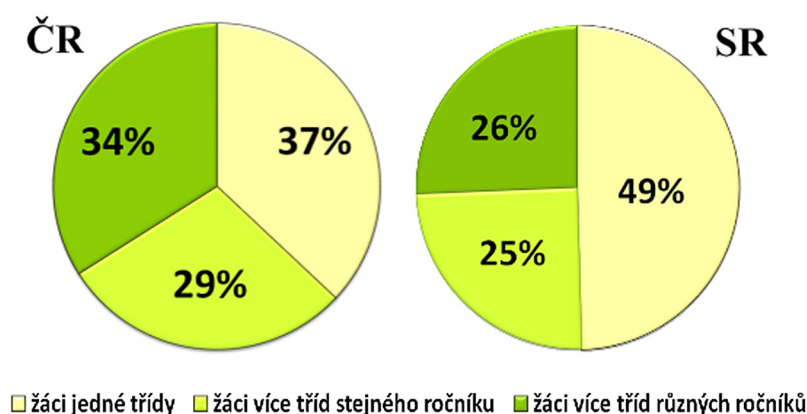


Obr. 4: Vztah mezi počtem učitelů přírodovědných předmětů a počtem realizovaných projektů

Charakteristiky uskutečněných projektů

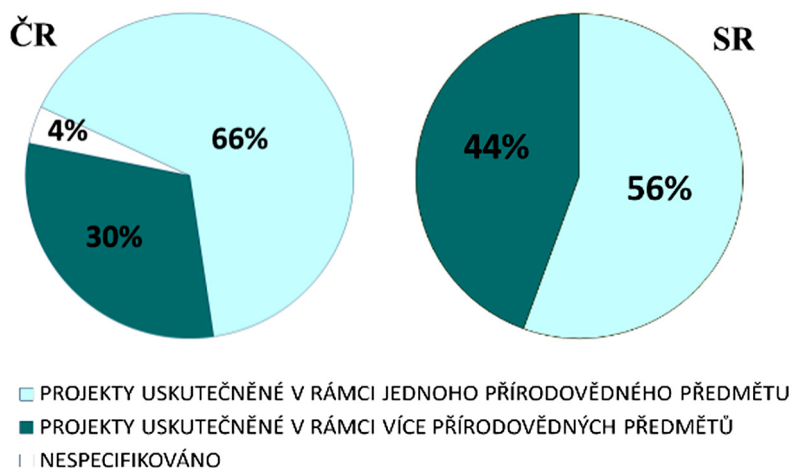
Ve většině charakteristik se projekty českých a slovenských škol výrazně nelišily. Co se týče původců projektu, v obou vzorcích jednoznačně převažovaly projekty navržené učitelem. Zhruba polovinu českých i slovenských projektů organizoval jediný

učitel bez spolupráce s kolegy. Tomu odpovídá také zjištění, že v obou vzorcích převažovaly projekty realizované s žáky jediné třídy. V českém souboru bylo takových projektů 37 %, ve slovenském dokonce 49 %. Důvodem jejich vysokého zastoupení je pravděpodobně malá náročnost na přípravu a časově prostorovou organizaci. Ani realizace projektu ve více třídách téhož ročníku však nemusí být komplikovaná, pokud ve všech třídách vyučuje tentýž učitel. Naopak nejnáročnější jsou projekty realizované napříč více ročníky. V českém vzorku tvořily jednu třetinu, ve slovenském vzorku jednu čtvrtinu všech projektů.



Obr. 5: Třídy zapojené do projektu

Ve vzorcích obou zemí se hojně vyskytovaly projekty uskutečněné pouze v rámci jednoho přírodovědného předmětu – v ČR 66 %, v SR 56 %. Pouze 30 % českých a 44 % slovenských projektů bylo realizováno v rámci více přírodovědných předmětů. Některé projekty zahrnovaly také účast nepřírodovědného předmětu (společenských věd, jazyků atp.) – takových projektů bylo 29 % v českých a 21 % ve slovenských školách. Předpokládané důvody nízkého zastoupení vícepředmětových projektů byly nastíněny již výše v textu.

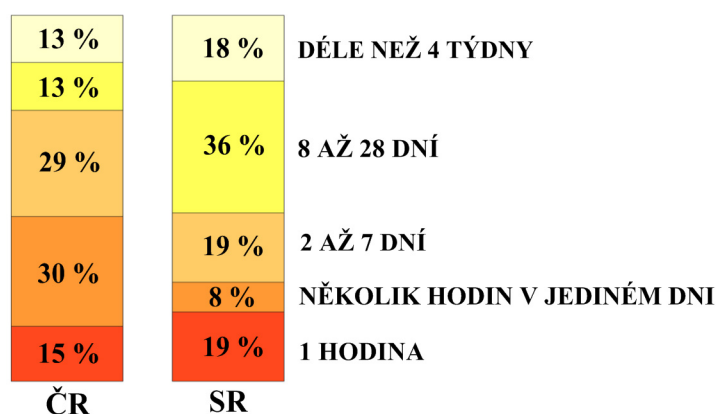


Obr. 6: Předměty zapojené do projektu

Z hlediska místa realizace převažovaly v obou zemích projekty konající se přímo ve škole; 38 % českých a 43 % slovenských projektů probíhalo alespoň částečně mimo školní areál.

Nejmarkantnější rozdíly mezi českým a slovenským souborem byly shledány v délce trvání projektů. Zatímco v českých školách dominovaly krátkodobé projekty, tj. projekty trvající více hodin v jediném dni (30 %) a projekty trvající dva

až sedm dní (29 %), mezi slovenskými projekty naopak výrazně převažovaly dlouhodobé projekty, které trvaly 8 až 28 dní (36 %); 18 % projektů trvalo ještě déle než 4 týdny. Tato skutečnost je pravděpodobně ovlivněna strategií slovenského ministerstva školství, které finančně podporuje spíše dlouhodobé a rozsáhlé projekty (Asociácia projektu Infovek, 2008).



Obr. 7: Délka realizovaných projektů

Celkově nejkratší projekty trvaly pouze jedinou vyučovací hodinu – v českých školách bylo takových projektů 15 %, ve slovenských školách 19 %. Teoretikové projektové výuky však existenci jednohodinových projektů nepřipouštějí; Maňák (in Maňák, Švec, 2003) považuje za minimální délku projektu dvě hodiny. Také my pokládáme za diskutabilní, aby se v jediné vyučovací hodině uskutečnily všechny fáze projektu. Domníváme se, že v uvedených případech buď učitelé uvedli pouze dobu trvání realizační fáze projektu (neuvažovali např. plánování či rozdělování žáků do skupin), anebo prezentovali jako projekt i ty školní aktivity, které nesplňovaly podmínky stanovené ve výzkumu.

Tematické zaměření uskutečněných projektů

Ve školách obou států výrazně převažovaly projekty mající těžiště v přírodopisu. České projekty byly nejvíce zaměřeny na různé taxony a skupiny zvířat (7,5 % všech projektů; převládalo téma savci), slovenské projekty se nejčastěji zabývaly komplexně přírodou v okolí školy (13,5 % všech projektů). Mezi přírodopisnými projekty měla hojné zastoupení také ryze botanická témata. Méně frekventované byly zeměpisné a fyzikální projekty. Projektů z oblasti chemie bylo nejméně; v českém i slovenském vzorku tvořily méně než 4 % veškerých projektů.

Projekty s mezipředmětovými tématy byly zastoupeny v českém vzorku podstatně více než ve slovenském. Na rozdíl od českých škol, na Slovensku téměř chyběly projekty organizované ke Dni Země či jiným významným dnům a také projekty zabývající se problematikou odpadů.

Činnosti učitelů a žáků v průběhu projektu

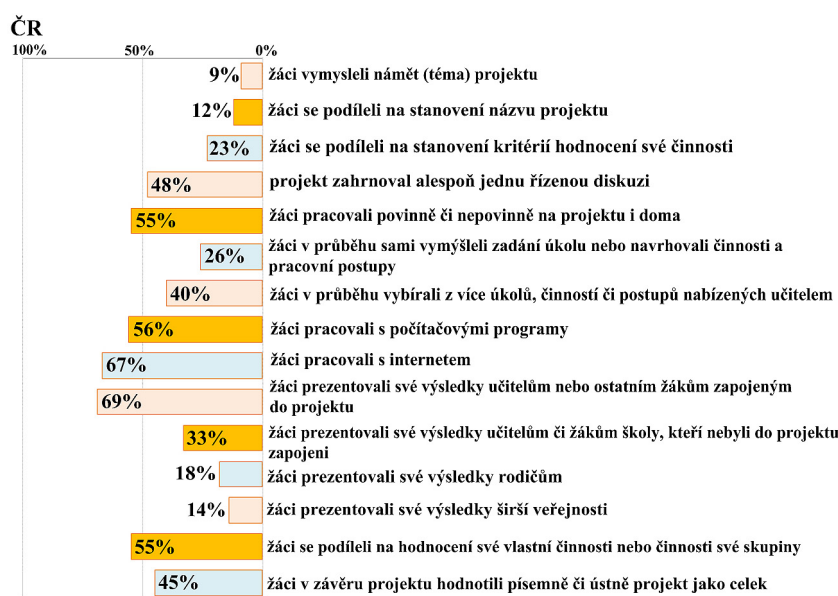
Projekty zahrnují rozmanité teoretické i praktické aktivity, které žáci provádějí s různou mírou samostatnosti. V současné praxi pak, podle Kratochvílové (2006) a Dvořákové (2009), praktické činnosti ustupují činnostem teoretickým, mezi nimiž výrazně převažuje sběr informací z rozličných zdrojů. V našem výzkumu jsme se zaměřili na činnosti, které by v jednotlivých fázích projektu neměly chybět, neboť souvisí se samotnou podstatou projektového vyučování.

Respondenti v našem výzkumu uvedli, že učitelé byli nejvíce aktivní v úvodních fázích projektu a že prováděli většinu činností spojených se samotným vznikem a plánováním projektu. Naopak žáci se počátečních aktivit účastnili velmi zřídka – pouze desetina českých a pětina slovenských projektů vznikla jako nápad žáků. Na stanovení názvu projektu se žáci podíleli pouze ve 12 % případů v ČR a ve 30 % případů v SR.

Respondenti dále uvedli, že žáci byli zapojeni velmi omezeně i do činností v další fázi projektu – plánování. Většina teoretiků projektové výuky zastává názor, že podíl žáků na plánování by měl být co největší, neboť zvyšuje následnou angažovanost žáků a jejich spoluzodpovědnost za činnosti i výsledný produkt. Podle českých učitelů měli žáci ve 40 % projektů možnost vybírat si z více úkolů, činností či postupů nabízených učitelem a ve 26 % projektů žáci navrhovali úkoly, činnosti a postupy zcela sami. Slovenští učitelé uvedli, že jejich žáci dostali možnost volby v 62 % projektů a že sami navrhovali úkoly, činnosti a postupy ve 32 % všech projektů.

Podle vyjádření pedagogů proběhla ve 48 % českých a ve 49 % slovenských projektů alespoň jedna řízená diskuze. Tyto hodnoty považujeme za velmi nízké vzhledem k tomu, že diskuze je pro účastníky hlavním nástrojem k vyjádření a konfrontaci názorů a významně pomáhá rozvíjet sociální i komunikativní kompetence žáků. Metoda diskuze by měla být využívána nejen při plánování, ale rovněž v ostatních fázích projektu.

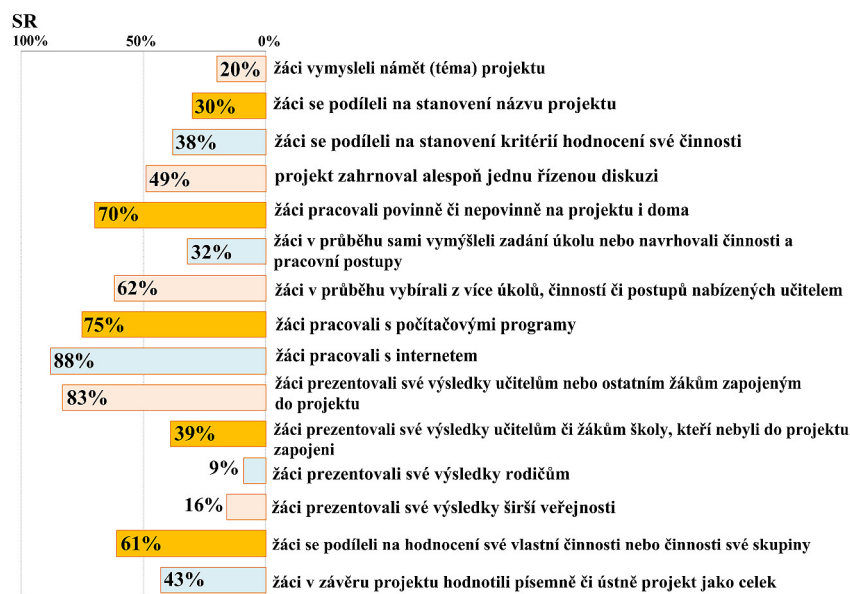
Zajímalo nás také, zda žáci participovali na tvorbě kritérií hodnocení své činnosti v projektu. Podle vyjádření učitelů se čeští žáci podíleli na stanovení kritérií hodnocení ve 23 % projektů a slovenští žáci ve 38 % projektů.



Obr. 8: Míra zapojení žáků do činností v průběhu projektů v českých školách

Převážná většina projektů zahrnovala žákovskou práci s počítačem (jak s internetem, tak s různým softwarem). Čeští učitelé potvrdili užití internetu v 67 % projektů, slovenští učitelé dokonce v 88 % všech projektů.

Za pozitivní pokládáme vyjádření učitelů, že 55 % českých a 70 % slovenských projektů zahrnovalo povinnou či nepovinnou domácí práci žáků. Mimoškolní práce na projektu poskytuje žákovi větší volnost, umožňuje rozvíjet jeho tvořivost, zájmy a nadání. Zvyšuje se seberegulace žáka, zatímco vliv učitele je redukován na minimum.



Obr. 9: Míra zapojení žáků do činností v průběhu projektů ve slovenských školách

Ve výzkumu jsme se dále zaměřili na prezentaci výsledků žákovské činnosti. Projektové výstupy jsou zpravidla představovány učitelům a ostatním žákům zapojeným do projektu, což má opodstatnění zejména tehdy, pracovali-li žáci či skupiny na rozdílných úkolech. Podle výpovědí učitelů ve výzkumu byly výsledné produkty prezentovány tímto způsobem v 69 % českých a 83 % slovenských projektů. Pouze ve 33 % českých a 39 % slovenských projektů žáci prezentovali výsledky jiným (v projektu nezúčastněným) žákům a učitelům. Z uvedených hodnot vyplývá, že v některých případech byly uskutečněny oba způsoby prezentace.

Učitelé z České i Slovenské republiky uvedli, že nejméně často byly s výslednými produkty seznámeny mimoškolní subjekty, a to v necelé pětině případů. Zjistili jsme, že tyto projekty byly realizovány ve školách obcí různé velikosti. Nepotvrdily se tak domněnky některých autorů, že v malých obcích je život školy s životem okolní komunity spjat více než ve velkých obcích. V českých podmínkách bylo nejméně (14 %) projektů prezentováno širší veřejnosti, ve slovenských školách rodičům žáků (9 %).

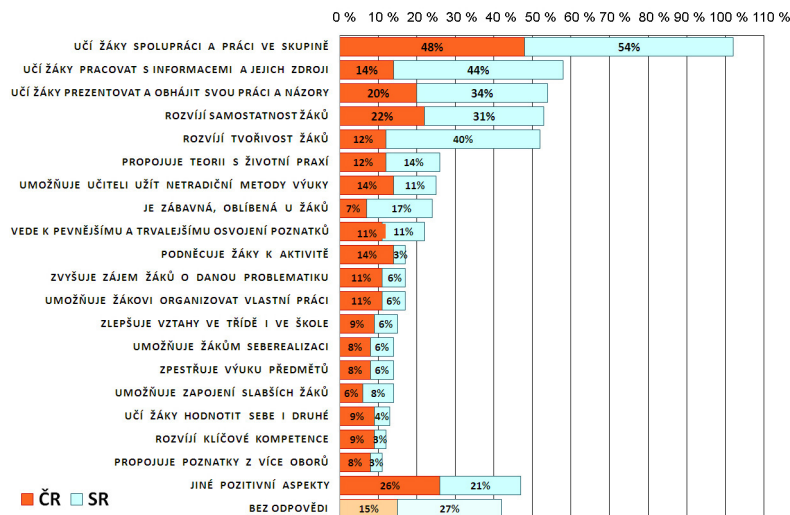
Nedílnou součástí projektu by mělo být hodnocení, vycházející z předem dohodnutých kritérií. Respondenti v našem výzkumu uvedli, že žáci participovali na hodnocení své činnosti nebo činnosti své skupiny pouze v 55 % českých a v 61 % slovenských projektů. Ne vždy však učitelé zahrnuli výsledky sebehodnocení žáků do celkového hodnocení jejich činnosti v projektu. Respondenti dále uvedli, že pouze ve 45 % českých a 43 % slovenských projektů se žáci vyjadřovali k projektu jako celku.

Názory učitelů na projektovou výuku

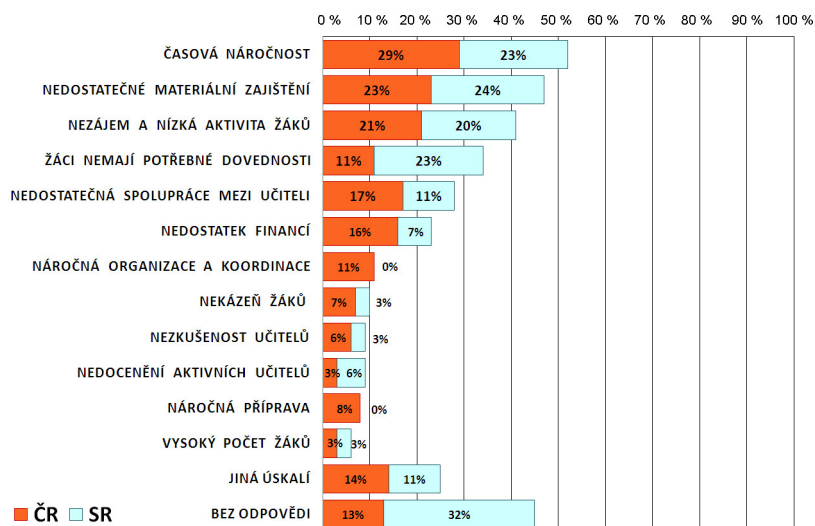
V otevřených položkách dotazníku se učitelé vyjadřovali k výhodám a úskalím projektové výuky na jejich školách. Čeští i slovenští pedagogové jmenovali více jejich pozitiv než negativ a úskalí. Shodně nejvíce ocenili, že projektové vyučování posiluje dovednosti nutné ke spolupráci a práci ve skupině. Toto pozitivum zmínila zhruba polovina učitelů obou zemí. Čeští učitelé dále vyzdvihli jeho přínos pro rozvíjení schopnosti myslet, rozhodovat a jednat samostatně a také pro rozvoj dovednosti prezentovat a obhajovat svou práci i názory. Jejich slovenští kolegové naproti tomu

zmínili hlavně význam projektové výuky pro zdokonalování v práci s informacemi a informačními zdroji a pro rozvíjení žákovské tvořivosti. Více než desetina pedagogů z obou zemí uvedla, že projektové vyučování je vhodné pro využití netradičních aktivizujících metod výuky, vede ke snadnějšímu, pevnějšímu a trvalejšímu osvojení poznatků a umožňuje propojení teorie s životní praxí.

Za hlavní překážky realizace projektové výuky učitelé označili její časovou náročnost a rovněž nedostatečné materiální podmínky školy. Pětina českých i slovenských pedagogů uvedla, že se při projektovém vyučování potýkají s nízkou aktivitou a nezájmem žáků. Více než desetina učitelů vnímá jako negativum také nedostatečné dovednosti žáků a komunikační problémy uvnitř pedagogického sboru. Je zajímavé, že slovenští učitelé na rozdíl od českých kolegů vůbec neoznámili za úskalí náročnost přípravy a náročnost organizace i koordinace projektu.



Obr. 10: Výhody projektového vyučování z pohledu učitelů



Obr. 11: Úskalí projektového vyučování z pohledu učitelů

Sedmdesát procent respondentů bylo ochotných jmenovat chyby, jichž se učitelé při realizaci projektů dopouštějí. Nejvíce českých i slovenských respondentů uvedlo, že učitelé neposkytují žákům dostatek času a příležitostí k samostatnému přemýšlení, rozhodování a jednání.

5 ZÁVĚR

Podobnost vzdělávacích systémů a vzdělávacích politik obou zemí poskytla vhodné podmínky pro realizaci srovnávacího výzkumu. I přesto, že návratnost dotazníků v SR byla téměř o pětinu nižší než v ČR, lze považovat oba výběrové soubory, vzhledem k náhodnosti výběru, za reprezentativní.

Z výsledků výzkumu vyplynulo, že ve školním roce 2008/2009 byly přírodovědné projekty realizovány ve více než čtyřech pětinách českých škol a ve více než třech pětinách slovenských škol. Průměrná česká škola uskutečnila 3,6 projektu, průměrná slovenská škola 3,3 projektu. Mezi počtem učitelů přírodovědných předmětů a počtem realizovaných projektů byla v obou vzorcích vysledována jen nízká pozitivní závislost.

Celkově v obou zemích převažovaly projekty připravené a organizované jedním učitelem, v jedné třídě a v rámci jednoho předmětu. Nejmarkantnější rozdíly byly shledány v délce trvání projektů. Zatímco mezi českými projekty výrazně převažovaly krátkodobé – tj. projekty trvající maximálně týden, na slovenských školách naopak dominovaly dlouhodobé projekty trvající déle než jeden týden a v pětině případů i déle než čtyři týdny.

Míra zapojení žáků do projektových činností, uváděná učiteli, byla velmi nízká. Zejména v prvotních fázích záměru a plánování, a také ve fázi hodnocení převažovala aktivita učitele nad aktivitou žáků. V největší míře byli žáci zapojeni do fáze realizace plánu (a to především do práce s počítačem) a do prezentace vlastních výsledků. Ve většině zkoumaných činností byla míra žakovské participace z pohledu respondentů vyšší ve slovenských školách než v českých. Domníváme se, že existuje rozpor mezi představami učitelů o tom, jak by projektová výuka měla vypadat, a tím, jakou výuku v praxi realizují. Většina z nich si je vědoma, že by se žáci měli co nejvíce podílet na činnostech ve všech fázích projektu, přesto jim však tuto možnost neposkytují a nenaplnují tak jeden z hlavních principů projektového vyučování.

Česká i Slovenská republika označují ve svých národních programech vzdělávání projektovou výuku jako jednu z efektivních strategií rozvíjení klíčových kompetencí. Musíme však podotknout, že pronikání projektového vyučování do školní praxe má smysl pouze tehdy, budou-li školy umět plně využít potenciál této koncepce. Je nutné zjistit, za jakých okolností, v jaké podobě a k jakým konkrétním účelům by měla být použita, aby byla co nejvíce efektivní. Je zapotřebí rozvinout systematickou spolupráci teoretiků a učitelů z praxe, realizovat výzkum vývoje teorie projektového vyučování a především empirický výzkum zaměřený na efektivitu projektového vyučování na úrovni primárního a sekundárního vzdělávání. Bylo by rovněž zajímavé zopakovat námi provedený deskriptivní výzkum v obou zemích po dokončení kurikulární transformace na primární a sekundární úrovni vzdělávání.

LITERATURA

ALEXOVIČOVÁ, T. *Alternatívne školstvo v kocke*. Prešov : Metodicko-pedagogické centrum, 2007. 36 s. ISBN 978-80-8045-439-5.

Asociácia projektu Infovek. *Projekt Infovek Slovensko* [online]. Bratislava : Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského, 2008. [cit. 2009-02-03]. Dostupný z WWW: <http://www.infovek.sk>

- Česko. Zákon č. 561 ze dne 24. září 2004 o předškolním, základním středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon). In *Sbírka zákonů České republiky*. 2008, částka 190, s. 10 262–10 324. Dostupný také z WWW: <http://aplikace.msmt.cz/Predpisy1/sb190-04.pdf> ISSN 1211-1244.
- DVOŘÁKOVÁ, M. *Projektové vyučování v české škole – vývoj, inspirace, současné problémy*. Praha : Karolinum, 2009. 158 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 987-80-246-1620-9.
- GAVORA, P. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno : Paido, 2000. ISBN 80-85931-79-6.
- CHRÁSKA, M. *Metody pedagogického výzkumu: Zásady kvantitativního výzkumu*. Praha : Grada, 2007. 272 s. ISBN 978-80-247-1369-4.
- KAŠOVÁ, J. aj. *Škola trochu jinak – Projektové vyučování v teorii a praxi*. Kroměříž : Iuventa, 1995. 81 s.
- KOSOVÁ, B. Projektové vyučovanie. *Pedagogické rozhľady*. 1995/1996, roč. 4, č. 3, s. 9–11. ISSN 1335-0404.
- KRATOCHVÍLOVÁ, J. *Teorie a praxe projektové výuky*. Brno : Masarykova univerzita, 2006. ISBN 80-210-4142-0.
- KUBÍNOVÁ, M. *Projekty (ve vyučování matematice) – cesta k tvořivosti a samostatnosti*. Praha : Univerzita Karlova – Pedagogická fakulta, 2002. 256 s. Dostupný také z WWW: <http://old.rvp.cz/clanek/334>. ISBN 80-7290-088-9.
- MAŇÁK, J.; ŠVEC, V. *Výukové metody*. Brno : Paido, 2003. 219 s. ISBN 80-7315-039-5.
- MAŇÁK, J.; ŠVEC, V. *Cesty pedagogického výzkumu*. Brno : Paido, 2004. ISBN 80-7315-078-6.
- MAŇÁK, J.; JANÍK, T.; ŠVEC, V. *Kurikulum v současné škole*. Brno : Paido, 2008. 127 s. ISBN 978-80-7315-175-1.
- PETLÁK, E. *Pedagogicko-didaktická práca učiteľa*. GRIN Verlag, 2008. 68 s. ISBN 978-3-640-1352-9.
- PETRÁŠKOVÁ, E. *Projektové vyučovanie*. Prešov : Metodicko-pedagogické centrum, 2007. 82 s. ISBN 978-80-8045-463-0.
- PRŮCHA, J; WALTEROVÁ, E; MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. 6. aktualizované a rozšířené vydání. Praha : Portál, 2009. 400 s. ISBN 978-80-7367-647-6.
- Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání s přílohou upravující vzdělávání žáků s lehkým mentálním postižením*. Praha : Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2005 (5. verze). ISBN 80-87000-12-1.
- Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání s přílohou upravující vzdělávání žáků s lehkým mentálním postižením (se změnami provedenými k 1. 9. 2007)*. Praha : Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007 (7. verze). 126 s. Dostupný také z WWW: http://old.vuppraha.cz/soubory/RVPZV_2007-07.pdf. ISBN 80-87000-02-01.
- SKALKOVÁ, J. Projektové vyučování a jeho realizace. *Komenský*. 1994, roč. 118, č. 5/6, s. 94–96. ISSN 0323-0449.

SKALKOVÁ, J. *Za novou kvalitou vyučování*. Brno : Paido, 1995. 89 s. ISBN 80-85931-11-7.

Slovensko. Zákon č. 245 ze dne 22. května 2008 o výchově a vzdělávání a o změně a doplnění některých zákonů. In *Zbierka zákonov Slovenskej republiky*. 2008, částka 96, s. 1914–1989. Dostupný také z WWW: <http://www.zbierka.sk/zz/predpisy/default.aspx?PredpisID=208259&FileName=zz2008-00245-0208259&Rocnik=2008>

ŠVECOVÁ, M. *Teorie a praxe zařazení školních projektů ve výuce přírodopisu, biologie a ekologie*. Praha : Karolinum, 2001. 79 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-246-0227-X.

TUREK, I. *Zvyšovanie efektívnosti vyučovania*. Bratislava : Metodicko-pedagogické centrum, 2002. 326 s. ISBN 80-8052-136-0.

Ústav pro informace ve vzdělávání. *Statistická ročenka školství 2008/2009 – Výkonové ukazatele* [online]. Praha : Ústav pro informace ve vzdělávání. 2008–09–30 [cit. 2009–03–18]. Dostupný z WWW: <http://www.uiv.cz/clanek/713/1817>

Ústav informácií a prognóz školstva. *Štatistická ročenka 2008/2009 – základné školy* [online]. Bratislava : Ústav informácií a prognóz školstva. 2008–09–15 [cit. 2009–03–21]. Dostupný z WWW: <http://www.uips.sk/prehlady-skol/statisticka-rocenka---zakladne-skoly>

Ústav pro informace ve vzdělávání. *Adresář škol a školských zařízení* [online databáze]. Praha : Ústav pro informace ve vzdělávání. 2009–02–15 [cit. 2009–06–02]. Dostupný z WWW: <http://founder.uiv.cz/registr/vybskolr.asp>

Ústav informácií a prognóz školstva. *Zoznam základných škôl* [online databáze]. Bratislava : Ústav informácií a prognóz školstva. 2009–02–20 [cit. 2009–06–04]. Dostupný z WWW: <http://www.uips.sk/registre/zoznamy-skol-sz-v-exceli>

VALENTA, J.; KASÍKOVÁ, H. aj. *Pohledy. Projektová metoda ve škole a za školou*. Praha : Ipos Artama, 1993. 61 s. ISBN 80-7068-066-0.

ZELINA, M. *Stratégie a metódy rozvoja osobnosti dieťaťa (metódy výchovy)*. Bratislava : IRIS, 1995. 163 s. ISBN 80-967013-4-7.

ZELINA, M. *Alternatívne školstvo*. Bratislava : IRIS, 2000. 255 s. ISBN 80-88778-98-0.

ŽILKA, J. Klíčové kompetence žiakov v projektovom a tradičnom vyučovaní. *Pedagogické rozhľady*. 2010, roč. 19, č. 1, s. 11–14. ISSN 1335

PhDr. Milena Pouchová – E-mail: mpouchova@seznam.cz
katedra biologie a environmentálních studií, Pedagogická fakulta
Univerzita Karlova v Praze, M. D. Rettigové 4, 116 39 Praha 1, Česká republika

Doktorské studium v oblasti didaktiky chemie – vývoj a současnost

Hana Čtrnáctová, Marta Klečková

Abstrakt

Príspevek je venovaný vývoji oboru zaměřeného na chemické vzdělávání z hlediska jeho institucionalizace v rámci vědecké přípravy a doktorského studia. Charakterizuje tyto formy studia, jejich význam a dosažené výsledky. První část příspěvku je věnována vědecké přípravě v oboru Teorie vyučování chemii, která zde existovala od 70. let 20. století. Ve druhé části příspěvku se zaměříme na význam doktorského studia pro rozvoj oboru chemické vzdělávání a na charakteristiku kvantitativních a kvalitativních ukazatelů doktorských studijních programů Vzdělávání v chemii a Didaktika chemie v České republice. Toto studium bylo akreditováno v r. 2003 na Přírodovědecké fakultě UK v Praze a v r. 2007 na Přírodovědecké fakultě UP v Olomouci. V příspěvku uvádíme hlavní parametry a požadavky tohoto studia, zaměření doktorských prací od r. 2004 do současnosti a jejich přínos pro další vývoj oboru.

Klíčová slova: vědecká příprava, doktorské studium, vzdělávání v chemii, studijní plány a témata prací.

Doctoral Studies in the Area of Didactics of Chemistry in the Czech Republic — Development and the Current State

Abstract

The contribution concerns the development of the subject of chemistry education with respect to its institutionalization during scientific preparation and doctoral studies. It characterizes these forms of studies, their importance and the results obtained. The first part of the contribution concerns the scientific preparation in the subject: The theory of chemistry teaching which has existed here since 1970's. In the second part of the contribution, we'll deal with the meaning of doctoral studies for the development of the subject of chemistry education and the characteristics of quantitative and qualitative measures of the doctoral studies programme: Education in Chemistry and Didactics of Chemistry in the Czech Republic. These studies were accredited at the Charles University — Faculty of Science in 2003, and at Palacky University — Faculty of Science in 2007. In the contribution, we show the main parameters and demands of this study, the aim of doctoral dissertations since 2004, and their contributions for the further development of the subject.

Key words: scientific preparation, doctoral studies, chemistry education, study plans and dissertation themes.

1 ÚVOD

Každý vědecký obor usiluje o svůj další rozvoj a uznání i formou akreditace oboru na úrovni všech stupňů vysokoškolského studia. Význam pro jeho další vývoj má především nejvyšší stupeň tohoto studia, realizovaný dříve jako tzv. vědecká příprava, nyní jako doktorské studium. Právě studenti tohoto studia jsou těmi, kteří pod vedením svých školitelů výrazně přispívají k řešení aktuálních otázek oboru a posouvání jeho vývoje kupředu (Brockmeyerová-Fenclová aj., 2000; McMillan-Wergin, 1998).

V období do r. 1989 se uvedená forma studia realizovala v tzv. vědecké přípravě. V oblasti didaktiky chemie byla tato příprava zavedena již od začátku 70. let 20. století a významnou měrou se podílela na rozvoji oboru.

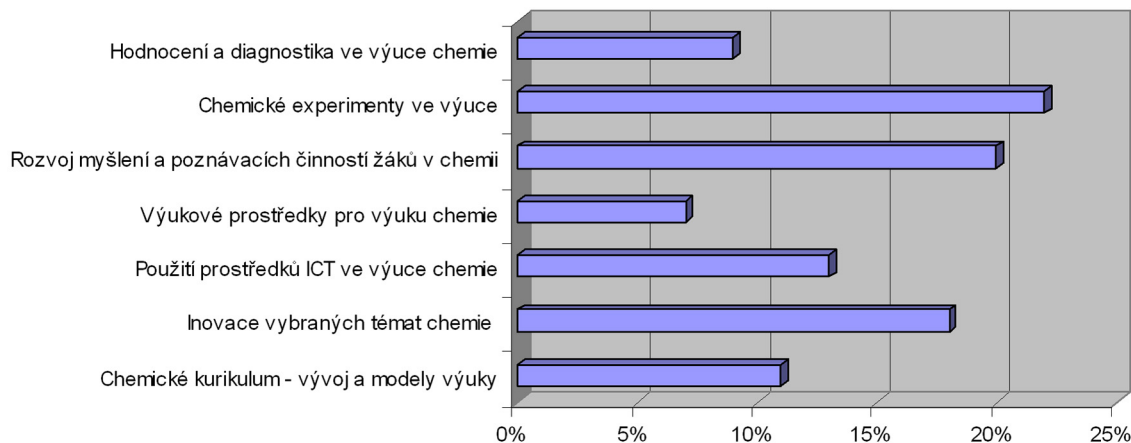
V 90. letech 20. století byla většina oborů vědecké přípravy transformována v obory doktorského studia. Význam tohoto studia se ještě zvýšil v době, kdy v souladu se závěry Boloňské deklarace došlo k restrukturalizaci studia na vysokých školách a k přechodu na studium třístupňové: bakalářské, magisterské a doktorské. Tato restrukturalizace se týkala i oborů učitelství a vytížila studenty učitelství a jejich pedagogy takovým způsobem, že doktorské studium se stalo pro další vývoj oboru zcela nezbytné. Problém však tkvěl v tom, že vědecká příprava v oborových didaktikách vesměs z různých důvodů dosud v doktorské studium transformována nebyla, a proto byl náš zájem o akreditaci tohoto studia velmi výrazný. Po značném úsilí řady zainteresovaných pracovníků tato snaha v oboru zaměřeném na chemické vzdělávání skončila úspěchem. V r. 2003 byla udělena akreditace doktorskému programu Vzdělávání v chemii na PřF UK v Praze a v r. 2007 v rámci doktorského programu Chemie došlo k akreditaci oboru Didaktika chemie na PřF UP v Olomouci. Proto lze rekapitulovat dosud dosažené výsledky.

2 TEORIE VYUČOVÁNÍ CHEMII – OBOR VĚDECKÉ PŘÍPRAVY V OBDOBÍ LET 1972–1994

V průběhu 60. let 20. století došlo k výraznému rozvoji a také institucionalizaci oborů, které se věnují problematice vzdělávání v jednotlivých oblastech lidské činnosti. Jedním z nich bylo také vzdělávání v chemii. Původní označení oboru „Metodika vyučování chemii“ se změnilo na název „Teorie vyučování chemii“, postupně se užívaly i názvy jiné, nejčastěji „Didaktika chemie“, ale také „Pedagogika chemie“ a další (Banýr, 2002; Bílek, 2003; Hellberg, Bílek, 2000).

Na počátku 70. let dochází k ustanovení možnosti absolvovat v tomto oboru tříletou interní nebo pětiletou externí aspiranturu, tedy soustavnou přípravu absolventů vysoké školy pro vědeckou práci, která je ukončena obhajobou kandidátské disertační práce a získáním vědecké hodnosti kandidát věd (CSc.). V období 1972–1994 byla v bývalém Československu tato vědecká příprava v oboru s názvem „Teorie vyučování chemii“ realizována pouze na třech fakultách dvou univerzit. Na Univerzitě Karlově v Praze na fakultách přírodovědecké a pedagogické, na Univerzitě Komenského v Bratislavě na fakultě přírodovědecké. V uvedeném období prošla vědeckou přípravou v tomto oboru řada absolventů učitelství chemie. Jen menší část z nich, přibližně 20 % ze všech přijatých zájemců, však studium úspěšně ukončila (Čtrnáctová, 2006).

Celkem bylo v onom období obhájeno 45 prací, což představuje v průměru 2 práce ročně na všech uvedených fakultách dohromady. Zaměření prací bylo v průběhu téměř 20 let, kdy tato vědecká příprava probíhala, poměrně různorodé, jak ukazuje obr. 1.



Obr. 1: Témata prací vědecké přípravy z didaktiky chemie (1972–1994)

Otázkám pojetí výuky chemie a chemického kurikula byla věnována pouze asi jedna desetina prací. Jedním z důvodů byla nepochybně nová koncepce výuky chemie, která byla v polovině 70. let 20. století stanovena MŠMT a právě v letech 1976–1988 postupně vcházela v platnost. Téměř 20 % prací se zaměřovalo na inovaci určitých vybraných tematických celků učiva chemie na úrovni základních a středních škol. Didaktickým prostředkům, chemickým experimentům a využití ICT ve výuce chemie se v tomto období věnovalo přes 40 % prací, což svědčí o významu, který byl těmto oblastem didaktiky chemie přikládán. Značná část prací byla zaměřena na zjišťování souvislostí mezi rozvojem myšlení žáků a jejich poznávacích činností a výukou chemie (1/5 prací) a na oblast diagnostiky a hodnocení výuky (přibližně 1/10 prací).

Vytvořené práce zásadně přispívaly k řešení aktuálních otázek oboru didaktika chemie v uvedeném období i k růstu personálního zabezpečení oboru. Proto lze toto období vývoje oboru didaktika chemie hodnotit přes všechny obtíže jednoznačně kladně. Přineslo řadu cenných výsledků, významně přispělo k rozvoji oboru a ukázalo možnosti jeho dalšího vývoje (Pfeifer aj., 2002; Schmidt aj, 1992).

3 DOKTORSKÉ STUDIUM: VZDĚLÁVÁNÍ V CHEMII A DIDAKTIKA CHEMIE V OBDOBÍ 2003–2010

Vzhledem k zájmu o obor „Teorie vyučování chemii“ mezi pracovníky především vysokých škol a institucí MŠMT, a vzhledem k výsledkům, které byly v tomto oboru dosahovány, se předpokládalo, že nenastanou žádné komplikace a obor bude, tak jako obory jiné, na počátku 90. let akreditován jako obor doktorského studia. Nicméně realita byla z řady příčin zcela jiná. O akreditaci oboru „Vzdělávání v chemii“ bylo nutno usilovat více než 10 let – byla udělena PŘF UK v Praze až na podzim r. 2003. V r. 2007 byla tato akreditace prodloužena a PŘF UP v Olomouci byla udělena další akreditace pro obor „Didaktika chemie“. V současnosti jsme tak jedním z několika akreditovaných oborů oborových didaktik v ČR. Zájem o studium uvedeného oboru je mezi absolventy učitelského studia chemie značný, jak dokumentují tabulky 1 a 2 (Studium - Agenda DS, 2010; Studium – DS, 2010).

Z údajů v tabulkách je patrné, že počet studentů v uplynulých pěti letech poměrně rychle vzrůstal. V současnosti je registrováno celkem 63 studentů v prezenční nebo kombinované formě studia. Z původních 85 přijatých studentů jich 14 přerušilo nebo ukončilo studium na vlastní žádost, především z rodinných důvodů nebo

Tab. 1: Počet studentů na Přírodovědecké fakultě UK v Praze (2004–2010)

Školní rok	Přijato	Studuje	Obhajoba
2004–2005	16	16	0
2005–2006	8	24	0
2006–2007	15	36	1
2007–2008	9	44	3
2008–2009	12	50	1
2009–2010	7	54	1
2010–2011	8	58	2

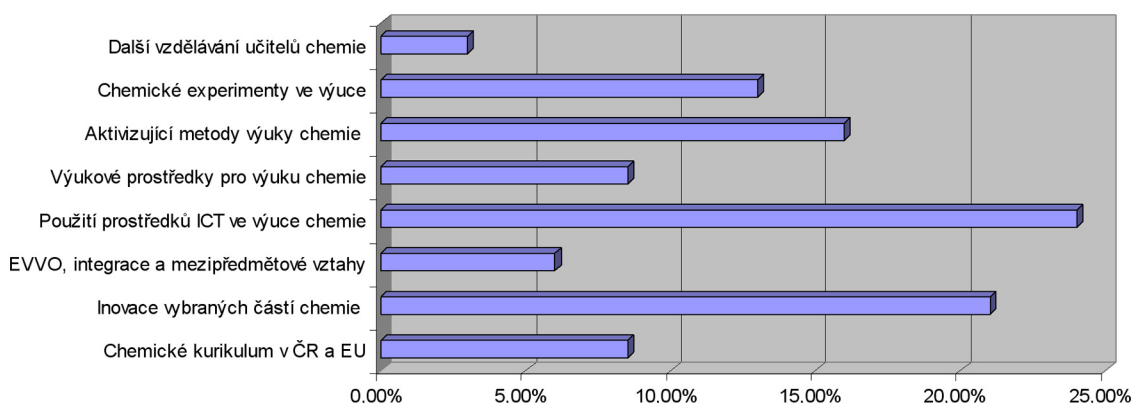
Tab. 2: Počet studentů na Přírodovědecké fakultě UP v Olomouci (2007–2010)

Školní rok	Přijato	Studuje	Obhajoba
2007–2008	–	–	–
2008–2009	5	3	–
2009–2010	4	5	–
2010–2011	1	5	–

kvůli zaneprázdněnosti jinými úkoly, osm studentů již studium úspěšně absolvovalo (Čtrnáctová, 2006).

V rámci studia se vyžaduje absolvování 2–5 předmětů zakončených zkouškou, včetně zkoušky jazykové, a složení státní doktorské zkoušky. Součástí studia je také pedagogická a publikační činnost studenta a aktivní účast na nejrůznějších akcích a aktivitách z oblasti chemického vzdělávání, např. účast na mezinárodních konferencích a seminářích, stáže na domácích i zahraničních odborných pracovištích aj. Všechny tyto složky jsou součástí individuálního studijního plánu každého studenta, který si se svým školitelem na začátku studia sestaví a po schválení oborovou radou postupně plní.

Finální částí studia je vypracování a obhájení dizertační práce. Zvolená témata doktorských prací a jejich zastoupení ukazuje obr. 2.



Obr. 2: Témata prací doktorského studia z didaktiky chemie (2004–2010)

Poměrně malá část studentů (8,5 %) si volí jako téma práce komplexnější pohled na chemické kurikulum, ať již na úrovni vybraných evropských zemí nebo na úrovni České republiky.

Větší pozornost (21 %) je věnována obsahové a metodické inovaci vybraných částí chemie – nejčastěji jsou voleny analytická chemie, anorganická chemie a biochemie.

Patří sem i tvorba výukových materiálů k těmto částem chemie, návrh chemických experimentů, využití ICT apod. Zatím pouze 6 % prací se zaměřuje na problematiku environmentální výchovy, vzdělání a osvěty (EVVO), integrace přírodovědných předmětů a mezipředmětové vztahy.

Bezkonkurenčně nejvíce prací (24 %) je věnováno využití informačních a komunikačních technologií (ICT) při tvorbě výukových materiálů pro žáky a učitele. Jde o multimediální podpory výuky chemie, digitalizované experimenty, PowerPointové prezentace a další materiály. Klasické výukové prostředky si jako téma práce zvolilo 8,5 % studentů. Jde zejména o tvorbu učebnic, modelování v chemii, vývoj nových učebních pomůcek apod.

Aktivizujícími metodami výuky chemie z hlediska pedagogicko-psychologického i oborově didaktického se věnuje 16 % prací, a jen o něco méně prací (13 %) se zaměřuje na různé aspekty nejvýznamnějšího prostředku pro výuku chemie – chemického experimentu. Zatím 3 % prací si zvolila jako téma další vzdělávání učitelů chemie.

Lze tedy konstatovat, že ve srovnání s předchozím obdobím se výrazně zvýšil počet prací zaměřených na využití informačních a komunikačních technologií v chemickém vzdělávání, což je bezesporu změna, kterou bylo možno očekávat. Další změnou je posun od tradičního pedagogického výzkumu a řešení obecnějších otázek (např. úrovně osvojování učiva chemie nebo rozvoje různých poznávacích činností ve výuce chemie) k otázkám akčního pedagogického výzkumu, který řeší a hodnotí nejrozumnější navrhané a připravované změny v chemickém vzdělávání.

Stejně jako v minulém období je již nyní zřejmé, že připravované, či již obhájené práce zásadním způsobem přispívají k řešení aktuálních otázek oboru „chemické vzdělávání“ a postupně i k dalšímu personálnímu zabezpečení tohoto oboru. Doktorské studium tak v souladu s našimi předpoklady významně přispívá k jeho stabilitě a k jeho dalšímu perspektivnímu vývoji.

LITERATURA

BANÝR, J. Odborná skupina pro výuku chemie ČSCH a vývoj koncepce a obsahu výuky chemie v ČR. In *Aktuální otázky výuky chemie XII*. Hradec Králové : Gaudemus, 2002, s. 68–71.

BÍLEK, M. *Didaktika chemie – výzkum a vysokoškolská výuka*. Hradec Králové : Miloš Vognar – M & V, 2003.

BROCKMEYEROVÁ-FENCLOVÁ, J.; ČAPEK, V.; KOTÁSEK, J.: Oborové didaktiky jako samostatné vědecké disciplíny. *Pedagogika*, XLX, 2000, s. 23–37.

ČTRNÁCTOVÁ, H. Chemické vzdělávání – moderní vědecká disciplína. In *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis*, Série D – Vedy o výchově a vzdělávání, Supplementum 1 – Aktuálně vývojové trendy vo vyučování prírodných vied. Trnava, Trnavská univerzita, 9, 2006 (2005), s. 157–160.

HELLBERG, J.; BÍLEK, M. Vývoj chemického vzdělávání v souvislosti s rozvojem chemie jako vědy. *Chemické listy*, 94, č. 12, 2000, s. 1125–1131.

McMILLAN, J. H.; WERGIN, J. F. *Understanding & Evaluating Educational Research*. New Jersey : Prentice-Hall, Inc., 1998.

PFEIFER, P.; HÄUSLER, K.; LUTZ, B. a kol. *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. Neueerarbeitung. München : Oldenbourg Verlag GmbH, 2002.

SCHMIDT, H. J. a kol. *Empirical Research in Chemistry and Physics Education. Proceedings of the International Seminar ICASE*. Dortmund : University of Dortmund, 1992.

Studium – Agenda doktorského studia [online]. Praha : Přírodovědecká fakulta UK, 2010 [cit. 2010–11–12]. Dostupné z: <http://www.natur.cuni.cz>

Studium – Doktorské studium [online]. Olomouc : Přírodovědecká fakulta UP, 2010 [cit. 2010–11–14]. Dostupné z: <http://www.upol.cz>

prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc. – E-mail: ctr@natur.cuni.cz
Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta,
katedra učitelství a didaktiky chemie
Albertov 6, 128 43 Praha 2, Česká republika

doc. RNDr. Marta Klečková, CSc. – E-mail: kleckova@prfnw.upol.cz
Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta,
katedra anorganické chemie
17. listopadu 12, 771 46 Olomouc, Česká republika

Didaktika biologie – vývoj a současnost

Petr Dostál

Abstrakt

Článek popisuje vznik a vývoj didaktiky biologie u nás od poválečných let až po současnost. Věnuje se klíčovými osobnostem tohoto oboru a důležitým mezníkům jeho vývoje. Zdůrazňuje však také některé problémy, kterým současná didaktika biologie jako věda čelí. Je diskutována i historie spolupráce mezi Pedagogickou fakultou a Přírodovědeckou fakultou Univerzity Karlovy v Praze na poli didaktiky biologie. Je podán přehled univerzitních učebnic a přednášek, které u nás byly publikovány od roku 1945.

Klíčová slova: didaktika biologie, historie, Univerzita Karlova v Praze, přírodní vědy.

Didactics of Biology — Development and Current State

Abstract

The paper describes the foundation and development of didactics of biology in our country from post-war years to nowadays. It pays attention to the key figures in this field and important landmarks of its development. However, it also highlights some problems which exist in contemporary didactics of biology. The paper discusses the cooperation of the Faculty of Education and Faculty of Sciences at Charles University in Prague in the field of didactics biology. A survey of university textbooks and lecture notes of didactics of biology which have been published in our country since 1945 is given.

Key words: didactics of biology, history, Charles University in Prague, natural sciences.

Čtyřicet pět let v životě člověka představuje téměř celou jeho aktivní, tvůrčí část. V historii vědního oboru je to však jen krátká epizoda, která však může v počáteční fázi formování jeho následný vývoj výrazně ovlivnit. A právě v tomto časovém rozpětí, které odpovídá mému působení na Pedagogické fakultě UK, bych chtěl poukázat na některé klíčové momenty v utváření didaktiky biologie a zmínit se i o významných osobnostech stojících v popředí tohoto dění. Pro úplnost bych uvedl též hlavní prvorepublikové a poválečné představitele nově vznikajícího oboru, v té době označovaného nejčastěji jako metodika biologie či přírodopisu. Součástí příspěvku je v závěru i seznam literatury, jenž zahrnuje prakticky veškeré vysokoškolské učebnice, skripta a další práce z didaktiky biologie, které byly u nás po roce 1945 do roku 2001 vydány.

I když první metodiky přírodopisu byly zpracovány již koncem devatenáctého a začátkem dvacátého století (např. Nekuta, 1890; Kramář, 1905; Rosický, 1907), výraznější rozvoj didaktiky přírodopisu nastává u nás až v období tzv. **pedagogického reformismu** (1920–1930) a je spojen zvláště se jmény **J. Úlehla**, **A. Grác**, **J. Rosický**, **V. Příhoda** a **R. Šmika**. Během **protektorátu** (1939–1945) dochází sice v našem školství k hlubokému úpadku, ale i v té době má česká didaktika přírodopisu své osobnosti, ke kterým patří především **B. Valoušek**, **V. Bartušek** a **M. Fendrych**.

Vývoj našeho školství (a tím i didaktiky) po roce 1945 byl ovlivněn **Košickým vládním programem**. V Praze, v Brně a v Bratislavě byly zřízeny Výzkumné pedagogické ústavy a při univerzitách pedagogické fakulty. V roce 1947 byl založen **M. Fendrychem** i první didaktický časopis **Přírodověda a výchova**, v roce 1950 pak vznikl časopis **Přírodní vědy ve škole**. V roce 1945 byla ustanovena celostátní komise pro zpracování nových osnov přírodopisu, jejíž biologickou složku vedl **J. Šula**. Didaktika biologie se začala rozvíjet zvláště zásluhou **A. Vodičky**, **A. Gráce**, **O. Strumhause** a **V. Hajnera**. První poválečnou vysokoškolskou učebnici didaktiky zpracoval **A. Jungr** (Jungr, 1964) a následnou pak **B. Řehák** (Řehák, 1965).

Osudy didaktiky biologie byly v prvních poválečných letech spojeny samozřejmě především s rozvojem institucí, které vysokoškolskou přípravu učitelů zajišťovaly. V meziválečném období středoškolské učitele biologie připravovaly fakulty univerzit, na UK to byla od roku 1920 Přírodovědecká fakulta, při které byl však zřízen pouze lektorát metodiky s externisty – středoškolskými učiteli. V roce 1946 byly v českých zemích i na Slovensku při všech univerzitách zřízeny **pedagogické fakulty**. Další změnu ale přinesl rok 1953, kdy byly pedagogické fakulty zrušeny a přípravu učitelů převzaly **vyšší školy pedagogické** a vzápětí i **vysoké školy pedagogické**. V roce 1959 přípravu středoškolských učitelů biologie opět přebírá přírodovědecká fakulta a vzdělávání učitelů pro základní školy bylo svěřeno nově zřízeným **pedagogickým institutům**. Tato situace se přes mnohé dílčí reorganizace a reformy udržela až do roku 1964, kdy byla opět obnovena koncepce **pedagogických fakult** – jak při jednotlivých univerzitách, tak i pedagogických fakult samostatných, a to v krajích bez univerzit (Vorlíček, 1996).

Posláním tohoto příspěvku nemůže být samozřejmě podrobná historická analýza vývoje didaktiky biologie v celých poválečných českých zemích a na Slovensku. Rád bych se však zevrubněji věnoval alespoň situaci v Praze, přesněji na **Pedagogické fakultě a Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy**, a to nejen proto, že jsem celé toto dění od roku 1965 jako člen katedry biologie a základů zemědělské výroby Pedagogické fakulty mohl dobře sledovat a aktivně se do něj zapojit, ale také proto, že mezi těmito dvěma jmenovanými fakultami probíhala ve sledovaném období na poli didaktiky biologie velmi úzká spolupráce.

Intenzivní a koncepčně provázaná spolupráce mezi **kabinetem vyučování biologie a chemie** Přírodovědecké fakulty (zřízen v roce 1962) a **katedrou biologie a základů zemědělské výroby** Pedagogické fakulty UK byla do značné míry umožněna vedením jednou osobností – **prof. RNDr. J. Langem**, který byl pověřen zajišťováním didaktické složky přípravy středoškolských učitelů biologie na Přírodovědecké fakultě. Ve zmíněném kabinetu vykonával provozní úkoly přidělený asistent, později odborný asistent katedry učitelství a didaktiky biologie **RNDr. J. Stoklasa** (Stoklasa, 1971, 1972, 1975, 1977, 1978). V roce 1967 pak byl ustanoven již samostatný **kabinet didaktiky biologie**. V té době Pedagogická fakulta připravovala učitele pro 2. stupeň základních škol, a to pro předměty přírodopis a pěstitelské a chovatelské práce. V řadách jejích pracovníků stáli někteří významní didaktikové, především **PhDr. A. Altmann** a **doc. RNDr. J. Macek, CSc.** Toto společné a jednotné vedení obou kateder se projevovalo nejen vzájemnou výukou a vedením pedagogických praxí studentů, ale i spoluautorskou prací na učebnicích, učebních pomůckách a později též na přípravě a organizování prvních společných didaktických výzkumných projektů.

Prof. Lang byl hlavním autorem prvních učebnic didaktiky pro přírodovědecké fakulty (Lang a kol., 1963, 1970) a zároveň i iniciátorem a organizátorem prvních didaktických výzkumů u nás, které byly zaměřeny na problematiku vytváření teoretických a praktických vědomostí žáků na všeobecně vzdělávacích školách. Cenné na tomto výzkumu, který probíhal v letech 1967–1969, bylo i to, že nepostihoval pouze středočeský region včetně Prahy, ale díky spolupráci s **doc. RNDr. O. Pravdou** z Pedagogické fakulty v Českých Budějovicích i region jihočeský. Výsledky výzkumu byly pak publikovány ve sbornících pražské a českobudějovické pedagogické fakulty (Lang, 1969; Lang, Stoklasa, 1969). Z hlediska jeho rozsahu, použité metodiky i mezifakultní koordinace se jednalo o didakticko-biologický výzkum, který u nás nebyl do dnešní doby pravděpodobně překonán. Získané údaje byly připraveny i pro strojné početní zpracování, ale bohužel nedostatek financí tomu v poslední fázi zabránil. Rozsáhlý soubor dat by jistě s použitím zmíněné výpočetní techniky umožnil postihnout celou řadu dalších korelací a kvalitativních charakteristik. V této souvislosti je třeba připomenout i obdobně zaměřené výzkumy, které se uskutečnily v menším rozsahu již v letech 1962–1963 (Lang, 1964, 1966). Prof. Lang publikoval zároveň často v didaktickém časopise *Přírodní vědy ve škole* a jako hlavní autor se podílel na tvorbě učebnic zoologie pro pedagogické instituty a pedagogické fakulty.

I když ve výuce odborným předmětům a ve výuce didaktikám na Přírodovědecké fakultě UK docházelo k postupným změnám, které odpovídaly požadavkům na kvalitnější přípravu budoucích učitelů přírodovědných předmětů, k zásadnímu zlomu došlo až po smrti prof. Langa (1972). Tehdy sloučením kabinetů didaktiky biologie, chemie a metodologie a dějin přírodních věd byla ustanovena nová **katedra didaktik, metodologie a dějin přírodních věd** pod vedením **doc. PhDr. F. Čížka, CSc.** (Čížek a kol., 1978). Katedra usilovala o zvýšení úrovně pedagogicko-didaktické složky učitelské přípravy, a to zvláště zdůrazněním jednoty teoretických vědomostí budoucích učitelů a odborné přípravy z biologie a chemie. V oblasti vytváření učitelských dovedností šlo o maximální využití praktických cvičení z oborových didaktik jako předpokladu pro budoucí úspěšné pedagogické působení absolventů na školách. S výukou na fakultě byly provázány též pedagogické praxe na různých typech škol. Pracovníci katedry řešili společně rovněž některé otázky výzkumu v didaktikách, podíleli se na přípravě osnov pro střední školy a na tvorbě učebnic i učebních pomůcek. V roce 1988 byla na Přírodovědecké fakultě UK ustavena samostatná **katedra učitelství a didaktiky biologie**, jejímž vedením byl pověřen **doc. RNDr. F. Hor-**

ník, CSc. (Horník, 1988), což lépe umožňovalo plnit funkci koordinace složek odborné přípravy s přípravou didaktickou, a to jak v pregraduálním a souběžném studiu, tak i v rámci přípravných kurzů pro středoškoláky. V této tendenci pokračovala katedra v letech 1994–1998 pod vedením **doc. RNDr. V. Čížkové, CSc.**, a v následujícím období pod vedením **doc. PaedDr. et RNDr. M. Švecové, CSc.**, kdy se pozitivní posun ve vývoji katedry ještě zvýraznil.

K nejvýznamnějším osobnostem české didaktiky biologie jistě právem náleží **prof. RNDr. J. Šula**, vysokoškolský učitel na Přírodovědecké fakultě UP v Olomouci. Byl autorem nebo spoluautorem vynikajících učebnic botaniky (např. Šula, 1964), jako hlavní redaktor publikoval v časopise Přírodní vědy ve škole, pracoval v četných komisích pro tvorbu učebních plánů, osnov a učebnic, i v několika redakčních radách. Ve svých teoretických studiích se zabýval především problematikou vytváření pojmů. Známe je též jeho kritické stanovisko k označení předmětu „přírodopis“ na ZDŠ, které přetrvalo ale až do dnešní doby. S jeho osobou je spojena především snaha o založení a rozvinutí didaktiky biologie jako jedné z plnohodnotných vědních disciplín. Za tímto účelem byl proto na podzim v roce 1967 svolán na Pedagogickou fakultu v Nitře celostátní seminář didaktiků přírodopisu a biologie, kterého se zúčastnili zástupci téměř všech pedagogických a přírodovědeckých fakult Československa. Jedním z důležitých závěrů jednání bylo usnesení, které přiřadilo didaktice biologie, i přes její nespornou interdisciplinární povahu, místo mezi pedagogickými vědami. Důvodem k tomu byly zejména předmět a používaná metodika didaktického výzkumu.

Nejrozsáhlejší publikační činnost v oblasti didaktiky přírodopisu a biologie je svázána s osobou **PhDr. A. Altmanna**, vysokoškolského učitele katedry biologie a základů zemědělské výroby Pedagogické fakulty UK. Během svého třicetiletého působení ve zmíněné instituci zpracoval kompletní soubor učebnic a skript pro studenty pedagogických fakult (Altmann, 1966, 1971, 1972, 1974, 1975) a na mnohých dalších se podílel jako spoluautor. Byl také dlouholetým členem redakční rady časopisu Přírodní vědy ve škole, ve kterém velmi často publikoval. Výrazný byl jeho příspěvek v práci na učebnicích pro základní a střední školy, na tvorbě učebních pomůcek a na bibliografickém zpracování bibliografické časopisecké literatury (např. Altmann a kol., 1976).

K významným osobnostem české didaktiky se řadí i **doc. RNDr. J. Macek, CSc.**, do roku 1976 vedoucí oddělení základů zemědělské výroby katedry biologie a Zzv na Pedagogické fakultě UK. Byl jedním z prvních, kteří se u nás habilitovali v oboru teorie vyučování biologií, publikoval v didaktických časopisech, podílel se na tvorbě učebnic pro střední školy a jako hlavní autor je uveden na vysokoškolské učebnici metodiky pěstitelských a chovatelských prací (Macek a kol., 1966). V této oblasti později publikovala též jeho spolupracovnice **doc. ing. J. Vodáková, CSc.** (Vodáková, 1990). Jako zkušený pedagog zasáhl doc. Macek i do reformy a přípravy nových koncepcí československého a českého školství.

Na Pedagogické fakultě UK působila do roku 1979, kdy bylo učitelské studium přírodopisu na patnáct let definitivně uzavřeno, celá řada dalších vynikajících učitelů, kteří se ve zvýšené míře věnovali didaktické problematice. Z nich je nutné jmenovat alespoň **PhDr. H. Střihavkovou, RNDr. E. Liškovou, CSc., RNDr. E. Kočárka, CSc., RNDr. M. Hajnišovou, CSc., a PhDr. E. Komarovou, CSc.** V roce 1994 se podařilo za nemalého úsilí všech bývalých pracovníků původní katedry obnovit oborové studium učitelství přírodopisu a biologie a vedením **katedry biologie a ekologické výchovy** byl pověřen **doc. PhDr. P. Dostál, CSc.**, docent jmenovaný pro obor teorie vyučování biologií (Dostál, 1977,

1982, 2001). V této době se opět rozvinula formou vzájemných přednášek, seminářů, exkurzí a společných grantů velmi intenzivní spolupráce s katedrou učitelství a didaktiky biologie Přírodovědecké fakulty UK a tato tendence pokračovala i za nového vedoucího katedry **doc. RNDr. V. Zieglera, CSc.**, kdy se spolupráce rozšířila též na geologickou sekci Přírodovědecké fakulty.

Didaktika biologie se rozvíjela i na dalších pedagogických a přírodovědeckých fakultách v českých zemích a na Slovensku. Na Přírodovědecké fakultě UJEP v Brně to bylo především zásluhou **RNDr. F. Dvořáka, CSc.** (Dvořák, 1981), na Přírodovědecké fakultě Univerzity Komenského v Bratislavě pak také působil **RNDr. L. Oldriš, CSc.** (Oldriš, 1992) a dnes se tomuto oboru věnuje především **doc. RNDr. K. Ušáková, CSc.** (Ušáková, 1990).

Formování oborových didaktik (též někdy označovaných jako „speciální didaktiky“) bylo a je samozřejmě spojeno s možností dalšího graduačního růstu vysokoškolských pedagogů i postgraduálního vzdělávání nových absolventů učitelského studia. Od roku 1968 bylo proto možné obhájit rigorózní práci a vykonat státní rigorózní zkoušky také v oboru **teorie vyučování biologií**, a to před společnou komisí Pedagogické a Přírodovědecké fakulty UK. Rozdíl byl pouze v získaném akademickém titulu, kdy pro absolventy pedagogických fakult byl určen titul PhDr., pro absolventy přírodovědeckých fakult pak titul RNDr. Také pro dosažení vědecké hodnosti byla otevřena cesta přípravou v oboru teorie vyučování biologií, jenž však spadal do kompetence komisí pro kandidáty pedagogických věd. Habilitační, později pak jmenovací řízení docentů probíhalo též v oboru teorie vyučování biologií. Vybrané kapitoly z didaktiky biologie (zvláště aktivizující metody a organizační formy výuky) byly začleněny i do postgraduálního studia učitelů, které museli učitelé do deseti let po ukončení vysoké školy absolvovat.

Podpůrnou funkci v rozvoji didaktiky biologie a v udržování kontaktu mezi učiteli všeobecně vzdělávacích škol a vysokými školami sehrával po řadu let i náš jediný již zmíněný didakticky zaměřený časopis **Přírodní vědy ve škole**. Byl založen v roce 1950 a vycházel až do roku 1990, kdy musel být z ekonomických důvodů zrušen. Na redakčním vedení tohoto časopisu se podílely mnohé významné osobnosti didaktiky biologie (např. Šula, Altmann), ale na jeho stránkách často publikovali i učitelé z praxe. V roce 1991 se podařilo značným úsilím několika jedinců ve spolupráci s nakladatelstvím SPN a Fortuna zahájit vydávání nového časopisu pro učitele přírodopisu, biologie, chemie a zeměpisu nazvaného **Biologie, chemie, zeměpis**, který však vychází ve srovnání s předchozím časopisem ve velmi skromných podmínkách. Prezentování školské a didaktické problematiky umožňují rovněž semináře organizované pedagogickou sekci **Biologické společnosti**. Nezanedbatelný je i podíl vysokoškolských didaktiků na tvorbě učebnic pro základní a střední školy, na přípravě podkladů pro státní maturity i na práci s talentovanými žáky a studenty (Natura Semper Viva, biologické olympiády, SOČ apod.). Účinná byla v tomto smyslu i úzká spolupráce didaktiků a dalších vysokoškolských učitelů s **Pedagogickými centry**, která umožňovala formou přednášek, seminářů, exkurzí a publikací bezprostředně působit na učitele přírodopisu a biologie v praxi.

Od roku 1967, kdy byl svolán do Nitry první poválečný seminář didaktiků biologie (zmíněn již v souvislosti s osobností prof. Šuly), se podobných akcí uskutečnilo velmi málo. V říjnu roku 1981 se konala na PedF UK konference **Speciální didaktiky jako vědní obory a jako studijní předměty** (Speciální didaktiky, 1982), kde kromě obecněji pojatých sekcí získaly svůj prostor i tzv. sekce „speciálních didaktik“ s příspěvky pracovníků přírodovědných kateder pedagogické fakulty a přírodovědeckých fakult. Další významnější akcí v tomto směru byla v roce 1998

konference **Nové trendy vzdělávání učitelů přírodovědných oborů**, která se konala u příležitosti 25. výročí vzniku katedry didaktik na Přírodovědecké fakultě UK (Nové trendy, 1998). V roce 1997 otevřela Pedagogická fakulta UK cyklus seminářů **Problémy oborových didaktik jako vědních disciplin a jako předmětů studia budoucích učitelů**. Na podzim následujícího roku se v rámci tohoto cyklu uskutečnil seminář **Současnost a perspektivy didaktiky biologie**, jehož cílem bylo především informovat přítomné zástupce pedagogických a přírodovědeckých fakult o směrech a stavu výzkumných aktivit a záměrů na PedF a PřF UK v Praze. Dílčími problémy se zabývala i menší didakticky zaměřená konference **Modernizace výuky biologie a geologie**, která byla organizována ve spolupráci s Přírodovědeckou fakultou na katedře biologie a ekologické výchovy Pedagogické fakulty UK v listopadu 1999. Kromě pracovníků obou fakult se jednání zúčastnili i fakultní učitelé základních a středních škol (Modernizace výuky, 2000). Za zmínku jistě stojí i **setkání k 10. výročí vzniku katedry didaktiky na Přírodovědecké fakultě Univerzity Komenského v Bratislavě**. Přes všechny klady uvedených seminářů a konferencí je však potřeba konstatovat jeden jejich společný rys. Tím je často prakticistická a pragmatická povaha diskusních příspěvků, která mnohdy postrádá základ v teoretických pedagogicko-psychologických koncepcích.

Ve stručně podaném historickém pohledu na vývoj didaktiky biologie u nás (do roku 2001) jsem uvedl celou řadu pozitivních momentů, které kladně zasáhly do formování našeho základního, středního i vysokého školství. Neznamená to však, že stále neexistují některá vážná úskalí, která bude nutné pro zachování a další rozvoj tohoto vědního oboru společným úsilím překonat. Jistě si nikdo z nás nepřeje, aby úsvit třetího tisíciletí byl zároveň soumrakem didaktiky biologie. K významnému počínu v této oblasti proto patří, že se konečně po mnoha pokusech podařilo v roce 2010 ve spolupráci Pedagogické fakulty UK v Praze a Přírodovědecké a Pedagogické fakulty JU v Českých Budějovicích akreditovat doktorské studium „Vzdělávání v biologii“, které v budoucnu umožní habilitace, popř. i profesorská řízení v tomto potřebném oboru.

LITERATURA

- ALTMANN, A. *Didaktické zásady ve výuce biologii*. [skripta PedF UK] Praha : SPN, 1971.
- ALTMANN, A. *Metody a zásady ve výuce biologii*. Praha : SPN, 1975.
- ALTMANN, A. *Organizační formy ve výuce biologii* [skripta PedF UK]. Praha: SPN, 1972.
- ALTMANN, A. *Pomůcky pro výuku biologii*. Praha : SPN, 1971.
- ALTMANN, A. *Přírodniny ve vyučování přírodopisu a biologii*. Praha : SPN, 1966.
- ALTMANN, A. *Úvod do didaktiky biologie*[skripta PedF UK]. Praha : SPN, 1974.
- ALTMANN, A. *Vyučovací metody ve výuce biologii*. Praha : SPN, 1971.
- ALTMANN, A.; DOSTÁL, P. *Bibliografie časopisecké literatury z didaktiky biologie v SSSR*. [skripta PedF UK] Praha : Pedagogická fakulta UK, 1976.
- ALTMANN, A.; HORNÍK, F. *Vybrané kapitoly z didaktiky biologie. I., II.* [skripta PřF UK] Praha : SPN, 1985.

- ČÍŽEK, F. aj. *Úvod do speciálních didaktik přírodovědných předmětů*. [skripta PŘF UK] Praha : SPN, 1978.
- DOSTÁL, P. *Teoretické problémy výběru a zpracování obecně biologických poznatků v systému učiva*. [disertační práce] Praha : Pedagogická fakulta UK, 1977.
- DOSTÁL, P. Význam názornosti pro trvalost osvojených vědomostí ve vyučování botanice na ZDŠ. In *Sborník PedF UK – Biologie IV*. Praha : PedF UK, 1975, s. 55–61.
- DOSTÁL, P. Didaktika biologie na počátku 3. tisíciletí. In *Sborník z mezinárodní konference 11. 9.–13. 9. 2001. „Didaktika biologie a didaktika geologie – současnost a perspektivy“*. Praha : PŘF UK, 2001, s. 7–12.
- DVOŘÁK, F. aj. *Základy didaktiky biologie*. [skripta RUJEP] Brno : RUJEP, 1981.
- FAUSTUS, L.; POLÍVKA, F. *Botanický klíč*. Praha : SPN, 1976.
- HORNÍK, F.; ALTMANN, A. *Vybrané kapitoly z didaktiky III*. [skripta PŘF UK] Praha : SPN, 1988.
- JUNGR, A. aj. *Metodika přírodopisu*. Praha : SPN, 1964.
- KOMANOVÁ, E. *Didaktika přírodovědy*. [skripta PedF UK] Praha : SPN, 1985.
- KRAMÁŘ, O. *O přírodních vědách na středních školách*. Praha : 1905.
- LANG, J. aj. *Biologická školní technika*. [skripta PŘF UK] Praha : SPN, 1963.
- LANG, J. aj. *Problematika praktických znalostí biologických objektů žáků ZDŠ a SVVŠ*. [sborník PedF ČB] In *Práce PedF České Budějovice : Pedagogická fakulta*, 1971.
- LANG, J. aj. *Vybrané kapitoly z didaktiky biologie*. [skripta PŘF UK] Praha : SPN, 1970.
- LANG, J. Problematika ve vyučování zoologie na všeobecně vzdělávacích školách – ZDŠ a SVVŠ. In *Sborník Biologie I*. Praha : PedF UK, 1969, s. 63–122.
- LANG, J. Problematika ve vyučování zoologie na ZDŠ. I. část. In *Sborník biol. a geol. věd*. České Budějovice : PedF., 1964, s. 23–73.
- LANG, J. Problematika ve vyučování zoologie na ZDŠ. II. část. In *Sborník biol. a geol. věd*. České Budějovice : PedF, 1966, s. 31–72.
- LANG, J.; STOKLASA, J. K problematice výuky biologie na všeobecně vzdělávacích a odborných školách. In *Sborník Biologie II*. Praha : PedF UK, 1969, s. 159–166.
- MACEK, J. aj. *Metodika pěstitelských a chovatelských prací*. Praha : SPN, 1966.
- MODERNIZACE VÝUKY biologie a geologie. *Sborník příspěvků z konference pořádané Pedagogickou a Přírodovědeckou fakultou UK v Praze v rámci grantu FRVŠ č. 1420/99 dne 10. listopadu 1999*. Praha : UK – Ped. fakulta, 2000.
- NEKUTA, F. *Metodika přírodopisu pro střední školy*. Praha : 1890.
- NOVÉ TRENDY vzdělávání učitelů přírodovědných oborů. *Sborník přednášek*. Praha : Karolinum, 1998.
- ONDRIŠ, L. *Školská biologická technika*. [skripta PRIF UK] Bratislava : PRIF UK, 1992.

- ROSICKÝ, J. *Metodika přírodopisu pro ústavy učitelské*. Praha : 1907.
- ŘEHÁK, B. *Vyučování biologií*. Praha : SPN, 1965.
- SPECIÁLNÍ DIDAKTIKY jako vědní obory a jako studijní předměty. *Sborník PedF UK*. Praha : ORBIS PedF UK, 1982.
- STOKLASA, J.; HORNÍK, F. *Didaktika biologie a výuka biologie na gymnáziu*. [skripta PřF UK] Praha : SPN, 1977.
- STOKLASA, J.; HORNÍK, F.; KOČÁREK, E. *Vytváření didaktických dovedností učitele biologie*. [skripta PřF UK] Praha : SPN, 1984.
- STOKLASA, J. *Didaktická technika a ostatní prostředky ve výuce biologie*. [skripta PřF UK] Praha : SPN, 1971.
- STOKLASA, J. *Fotografování biologických objektů a ostatní způsoby dokumentace pro potřeby biologa*. [skripta PřF UK] Praha : SPN, 1972.
- STOKLASA, J. *Kurs didaktické techniky pro učitele*. [metodický materiál] Chomutov : OŠ ONV, 1975.
- ŠULA, J. *Botanika pro 6. ročník ZDŠ*. Praha : SPN, 1964.
- ŠVECOVÁ, M. Jednotlivé složky výuky v přípravě budoucích učitelů biologie ve vztahu k pedagogické praxi. In *Pedagogická praxe – pedagogická praxeologie*. [sborník z konference] Praha : PedF UK, 1997, s. 74–77.
- ŠVECOVÁ, M. aj. *Cvičení z didaktiky I*. [skripta PřF UK] Praha : Karolinum, 2000.
- ŠVECOVÁ, M. *Možnost inovací struktury biologického učiva v návaznosti na dynamický rozvoj přírodních věd*. *Pedagogika*, 2001a, roč. 51, č. 3, s. 277–286.
- ŠVECOVÁ, M. *Teorie a praxe zařazení školních projektů ve výuce přírodopisu, biologie a ekologie*. [skripta PřF UK] Praha : Karolinum, 2001b.
- UŠÁKOVÁ, K. *Základy didaktiky biologie*. [skripta PRIF UK] Bratislava : UK, 1990.
- UŠÁKOVÁ, K. *Vybrané kapitoly zo špeciálnej didaktiky biológie*. [skripta PRIF UK] Bratislava : UK 1998.
- VODÁKOVÁ, J. aj. *Pěstitelské práce*. Praha : SPN, 1990.
- VORLÍČEK, CH. *Z historie Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy*. Praha : PedF UK, 1996.
- ZIEGLER, V. (ed.). *Modernizace výuky biologie a geologie*. [sborník příspěvků] Praha : PedF UK, 2000.

doc. PhDr. Petr Dostál, CSc. – E-mail: petr.dostal@pedf.cuni.cz
 Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta
 katedra biologie a environmentálních studií, Česká republika

Scientia in educatione

*Odborný recenzovaný časopis pro oborové didaktiky
přírodovědných předmětů a matematiky*

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

Vedoucí redaktorka (UK v Praze)

doc. RNDr. Naďa Stehlíková, Ph.D.

Redakce (UK v Praze)

prof. RNDr. Pavel Beneš, CSc.

doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

doc. RNDr. Jarmila Novotná, CSc.

RNDr. Vasilis Teodoridis, Ph.D.

Členové redakční rady

prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, 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 Stehlíková)

M. D. Rettigové 4, 116 39 Praha 1

e-mail: scied@pedf.cuni.cz