

## OBSAH

### Teoretické studie

Tereza Odcházelová Role multimédií ve výuce přírodních věd .....	2
---	---

### Výzkumné stati

Martin Rusek Efekt zařazení chemie do kurikula středních odborných škol nechemického zaměření .....	13
Pessia Tsamir, Dina Tirosh, Esther Levenson, Ruthi Barkai, Michal Tabach Task Design and Implementation as a Two-way Activity: The Case of Pre-school Teachers .....	30

### Přehledové studie

Martina Kekule Obsahová analýza klíčových témat výzkumu v přírodovědném vzdělávání .	40
Martina Kekule Výzkum pomocí oční kamery ve fyzikálním vzdělávání .....	58
Katarína Ušáková Reflexia na stav a perspektívy didaktiky biológie z pohľadu situácie na PRI-FUK v Bratislave .....	74

## Role multimédií ve výuce přírodních věd

*Tereza Odcházalová*

### Abstrakt

V posledních letech je zaznamenáván celoevropský trend poklesu zájmu o studium přírodních věd. Tento fakt logicky vede didaktiky a učitele přírodovědných oborů k hledání nových efektivnějších a pro žáky přitažlivějších vzdělávacích metod a přístupů k výuce. Cílem této studie je představit multimédia jako vhodný prvek pro realizaci výuky v souladu s doporučenými didaktickými metodami a přístupy k přírodovědnému vzdělávání. Moderní výukové prostředky a informační technologie umožňují nejen zatraktivnění výuky, zvýšení motivace žáků k učení a aktivní zapojení žáků do výuky, ale jsou také vhodným nástrojem pro propojení teorie a současné praxe.

**Klíčová slova:** multimédia, přírodní vědy, výukové trendy, motivace.

## The Role of Multimedia in Science Education

### Abstract

Recently, there has been a significant decline in interest in natural science among all European countries. This fact clearly leads scientists in didactics and teachers of natural sciences to searching for new, more effective and more attractive learning methods and teaching approaches. The main aim of this study is to present multimedia as a suitable tool for teaching science in accordance with mostly recommended didactic methods. These “new” resources and technology make the education of natural science more attractive, increase learning motivation of the pupils, actively involve the pupils and it is an ideal mediator for linking theory and practice in educational process.

**Key words:** multimedia, natural sciences, trends in education, motivation.

# 1 HISTORICKÉ A SOUČASNÉ TRENDY PŘÍRODOVĚDNÉHO VZDĚLÁVÁNÍ

Přírodovědné vzdělávání prodělalo od počátku 20. století nejen četné etapy rozvoje, ale také období charakterizovaná útlumem a poklesem zájmu o přírodní vědy (např. Škoda & Doulík, 2009). Jednotlivé etapy se různou měrou podílely na formování dnešní podoby přírodovědného vzdělávání, nicméně je jednoznačné, že hlavní myšlenky a záměry se vesměs shodují s těmi, které již byly aplikovány v uplynulých desetiletích. Jejich společným znakem vždy byla a stále je snaha najít ideální podobu vzdělávání, která by zaručovala maximální efektivitu a atraktivitu výuky přírodovědných oborů. S tím také souvisí nepřetržité hledání nových efektivních a atraktivních výukových metod, strategií a výukových prostředků, které by přírodovědné vzdělávání oživily, zpopularizovaly a zvrátily nebo alespoň zmírnily současný celoevropský trend nezájmu žáků a studentů o přírodní vědy (viz např. White Wolf Consulting, 2009; Víšek & Kleskeň, 2010).

Výuce přírodních věd je nejčastěji vyčítáno přílišné teoretizování, přehnané požadavky na množství vzdělávacího obsahu a malá propojenost výuky s praktickým životem (White Wolf Consulting, 2009: s. 26–52). Aplikace tradičních vzdělávacích přístupů a jejich kritika má za následek určitý kompromis mezi samotným vzděláváním žáků a uspokojováním potřeb soudobé společnosti. V souladu s požadavky různých institucí v soukromém i státním sektoru se školství začíná orientovat na „produkci“ žáků, kteří jsou kreativní, umí kriticky a analyticky myslet a jsou schopni samostatně řešit různorodé problémy (Joshi, 2011). Přímou reakcí na tyto požadavky je zavádění tzv. činnostního vyučování a hledání efektivních aktivizujících metod. V dnešní době bychom tyto metody charakterizovali jako proces, při němž žák aktivně, vědomě a uvědoměle třídí data, zařazuje je do poznatkových struktur, analyzuje, srovnává a hodnotí informace, učí se samostatnosti, tvořivosti a rozvíjí svoji osobnost. Primárním cílem činnostního vyučování je přeměna pasivních žáků (posluchačů) v účastníky výuky, kteří se přímou zkušeností naučí více než při jednostranném použití tradičních frontálních výukových metod (Kotrba & Lacina, 2007). V dobách, kdy nebyly dostupné takové prostředky, jaké máme k dispozici dnes, Řehák mezi motivační a aktivizující vyučovací metody řadil (1967) např. i laboratorní práce, samostatné pozorování, ostatní práce vyžadující manuální činnost, ale také práci s odbornou literaturou. Podobně jako dnes kladli přední čeští didaktici hlavní důraz na utváření představ a pojmů založeném na smyslovém vnímání, přímém pozorování věcí a jevů a především na vlastní zkušenosti žáka (Komenský, 1958; Řehák, 1967; Altmann, 1975). U Altmanna se s touto myšlenkou setkáváme v rámci „didaktické zásady názornosti“ (1975: s. 209–217), Řehák podobnou myšlenku formuloval jako „zásadu uvědomělosti a aktivity žáků“ (1967: s. 97–99).

Dalším charakteristickým rysem soudobého přírodovědného vzdělávání, jak uvádí již zmíněná výzkumná zpráva White Wolf Consulting (2009: s. 26–52) je, že žáci sice považují přírodovědné předměty za zajímavé a pro další život užitečné, nicméně mají pocit, že jsou příliš náročné a tím pádem nejsou tolik oblíbené. Děvčata zaujímají k přírodním vědám pozitivnější postoj a v přírodopise mají lepší prospěch než chlapci (Pavelková et al., 2010). Výuku přírodovědných předmětů považují žáci často za odtrženou od každodenní praxe a předpokládají, že základem zvládnutí daného učiva je vrozené logické myšlení (White Wolf Consulting, 2009: s. 26–52). Akcelerace nárůstu nových přírodovědných poznatků a možností jejich využití v různých oblastech praxe má za následek předimenzovanost vzdělávacího obsahu, která se bezpochyby neshoduje s požadavky společnosti na přírodovědné či jiné vzdělá-

vání (Veselský, 2010). Od přírodovědného vzdělávání se očekává spíše orientace na práci v moderní společnosti a adaptabilita do různých profesních odvětví. Jistou analogii vidíme u Altmanna a jeho didaktické zásady „spojení teorie s praxí“ (1975: s. 217–223) a zásady „uvědomělosti osvojených vědomostí“ (s. 226–228). Altmann (1975) hovoří o vytváření tzv. vědeckého světového názoru a osobního přesvědčení žáků s důrazem na kladný postoj k biologickému učivu a přeměnu vědomostí z biologie ve schopnost kriticky posuzovat problémy každodenní praxe (s. 228). Paralelu k jeho vědeckému světovému názoru nachází současné pojetí přírodovědného vzdělávání v pojmu přírodovědná gramotnost (VÚP, 2011). Vymezuje požadavky na rozvoj žákovy osobnosti, kterými jsou mimo jiné osobní utváření postojů k problematice přírodních věd, využívání přírodovědných znalostí v souvislosti s dalšími vzdělávacími oblastmi a jejich zasazení do kontextu každodenní praxe. Žák je formován prostřednictvím získávání tzv. klíčových kompetencí (RVP, 2007), kterých je dosahováno různými realizačními postupy.

Mezinárodní srovnávací studie PISA (The Programme for International Student Assessment) a TIMSS (The Trends in International Mathematics and Science Study), analyzující dovednosti a vědomosti žáků v zemích OECD, prokazují v letech 1995–2007 zhoršení přírodovědné gramotnosti českých i slovenských žáků (Santiago et al., 2012). Held (2011) zdůrazňuje značnou disproporci ve výsledcích zmíněných studií u českých a slovenských žáků především v oblasti úrovně znalosti obsahu učiva, tj. vědomostí, a žákovských dovedností, resp. schopnosti aplikace získaných poznatků do běžné praxe (přírodovědné zkoumání a uvažování). Podobně zpráva White Wolf Consulting (2009) uvádí, že v prokazování vědomostí dosahují v mezinárodním srovnávání čeští žáci relativně lepších výsledků a mají osvojeno velké množství přírodovědných poznatků, zatímco samostatné uvažování a zkoumání jim činí výrazně větší problémy. Schopnost používat vědecké poznatky, identifikovat otázky a na základě důkazů vyvozovat ověřené závěry je však přímo obsažena ve vymezení oné přírodovědné gramotnosti (Veselský, 2010). Českým žákům tyto schopnosti podle posledních výzkumů chybí (viz např. White Wolf Consulting, 2009; Santiago et al., 2012), což se logicky promítá do výsledků testování PISA nebo TIMSS, které jsou zaměřeny právě na tyto aspekty. Přirozenou reakcí českého přírodovědného vzdělávání by mělo být hledání vhodných řešení, která povedou ke zlepšení těchto výsledků a současně budou eliminovat rostoucí nezáměr o přírodovědné předměty.

Na osobu učitele jsou v souvislosti s výše zmíněnými skutečnostmi kladeny poměrně vysoké nároky, které mimo jiné vyžadují, aby disponoval tzv. „didaktickou znalostí obsahu“ (Schulman, 1987). Jedná se o základní předpoklad ke zvládnutí učitelské profese umožňující učiteli práci s učivem. Musí při tom respektovat možnosti žáků a požadavky přírodovědných disciplín. Nejde o pouhé předání odborných znalostí, ale také o zprostředkování postojů, dovedností a hodnot s přesahem do dalších oblastí společnosti (např. umění, kultura, náboženství). Odbornost přírodních věd by měla zůstat zachována do takové míry, aby se daný obor nestal pro žáky nepřístupný a odrazující. Umění učitele je v rychlých reakcích, uvádění informací do širšího kontextu a ve volbě terminologie, kterou ve výuce používá (Schulman, 1987). Úpravami obsahové stránky učiva a výukových forem spojených s ohledem na žáky a jejich individualitu, věk a stupeň rozumového vývoje, se zabývají již Altmann (1975: s. 223–226) a Řehák (1967: 110–112) a definují tzv. „didaktickou zásadu přiměřenosti“. V dnešní době zahrnuje didaktická znalost obsahu i takové prvky, jako je respektování rozvoje moderních technologií a jejich osvětlené zavádění přímo do vyučovacího procesu. Jde do jisté míry o přizpůsobení se žákům, pro které jsou multimédia a informační technologie na denním pořádku. Použití multimédií však

přináší učitelům také výhodu různými způsoby prezentovat informace s ohledem na úroveň a vzdělávací potřeby všech žáků ve třídě, což s pedagogickou znalostí obsahu úzce souvisí. Aplikace multimédií do výuky je navíc v souladu i s ostatními výše zmiňovanými požadavky na učitele přírodních věd, jako jsou např. maximální názornost výuky, aktivní zapojení žáků do výuky a vhodná implementace multimédií do vyučovacích hodin se může stát účelným nástrojem pro celkový rozvoj žákovy osobnosti.

## 2 VYMEZENÍ POJMU MULTIMÉDIA

Abychom mohli plnohodnotně polemizovat o pozitivních a negativních stránkách implementace multimediálních prostředků do edukačního procesu, je potřeba nejprve vymezit některé pojmy související s touto problematikou. Pojem *multimédia* může mít mnoho významů v závislosti na kontextu použití tohoto termínu. Obecně vzato je pod tímto pojmem chápána interpretace jakéhokoliv obsahu za podpory více prostředků užívaných ke komunikaci (Chromý, 2006). Z pohledu výuky by tato definice zahrnovala i klasický výklad doprovázený psaním nebo kreslením na tabuli. Nicméně vzhledem k dostupnosti moderních technologií v dnešní době lze za multimédia považovat takové interpretační prostředky, které poskytují audiovizuální podporu výuky, tedy mluvené či psané slovo, zvuk, fotografie, grafy, animace, videa apod. (Andersen & Brink, 2002; Mayer, 2009). Z pohledu žáka jsou multimédia takové prostředky, které zapojují současně jejich zrak a sluch. V dnešní technické době může být několik druhů médií spojeno do jednoho zařízení, kterým je nejčastěji počítač nebo tablet ve spojení s prezentačním zařízením (projektor, interaktivní tabule aj.).

Dalším běžně užívaným termínem v oblasti aplikace multimédií do výukového procesu je pojem *multimediální vzdělávání*, respektive multimediální výuka, který představuje využívání několika komunikačních prostředků za účelem prezentace konkrétního učiva (Chromý, 2006). Žáci se učí a získávají nové informace za přispění verbálního (mluvené nebo tištěné slovo) a vizuálního projevu (ilustrace, fotografie, animace, video). Multimediální instrukce by měla být zpracována takovým způsobem, aby u žáka iniciovala maximální efektivitu osvojování nových poznatků. Zapojení více smyslů vnímání, především zraku a sluchu, je jedním z předpokládaných kroků ke zvýšení efektivity učení, čehož využívá implementace multimédií do vzdělávání (Mayer, 2009). V poslední době je ve školství velice často ve spojitosti s multimediální výukou používán pojem *interaktivní*. V praxi to znamená, že interaktivní multimedium, např. počítačová prezentace, využívá ke vzájemnému působení a komunikaci ovládání myši, dotyku (touch screen) a jiných nástrojů, které umožňují navigaci v rámci výukového procesu (Chromý, 2006; Evans & Gibbons, 2007). Interaktivitou je míněna také určitá kontrola nad tempem a průběhem dalších kroků prezentace (Betrancourt, 2005).

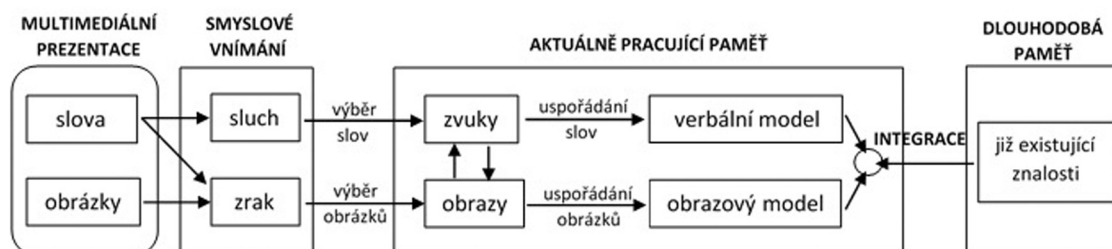
## 3 APLIKACE MULTIMÉDÍÍ DO VZDĚLÁVACÍHO PROCESU

V současné době jsme zaplavováni nejmodernějšími technologiemi a je téměř nemožné držet krok se všemi multimediálními trendy. V souvislosti s tím se nabízí otázka, které multimediální prostředky ovlivňují žáky a jejich znalosti nejvíce, a které by současně byly aplikovatelné do každodenní výuky (Berk, 2009). Multimédia mo-

hou reprezentovat poměrně silný prostředek pro vzdělávání, záleží však na způsobu jejich integrace do výuky a způsobu využití jejich potenciálu. Mayer (2009) vymezuje dva přístupy k aplikaci multimédií do vzdělávacího procesu: „Technology-Centered“, přístup zaměřený na technologie, a „Learner-Centered“, přístup zaměřený na žáka. První z nich, Technology-Centered, souvisí přímo s rozvojem technologií a jejich bezprostřední aplikací do výuky. Tento přístup využívá špičkových technologií pro vytvoření výukového materiálu, nicméně přitom opomíjí lidský faktor a způsoby učení žáků. Řeší především otázku, jak můžeme technologické možnosti využít při tvorbě instruktážního, respektive výukového materiálu dle Mayera (2009) však přístup není procesem učení příliš ovlivněn. Při pohledu do minulosti je patrné, že pouhé zavedení nové technologie do výuky nezaručuje trvalé zlepšení v oblasti vzdělávání (Cuban, 1986). Problémem zde není to, že by moderní informační technologie a jiné vyhledávací a zobrazovací prostředky nemohly být ve škole či mimo ni účinným nástrojem získávání informací a následné práce s nimi. Štech vidí hlavní potíže v tom, že „z nástroje činíme účel sám o sobě a vytěsňujeme na okraj otázku obsahu a smyslu vzdělávací činnosti“ (2007: s. 331). S tímto názorem se shoduje i Mayer (2009), který kritizuje přístup Technology-Centered za přílišné podřízení se moderním technologiím namísto toho, aby se technologie přizpůsobily potřebám žáků. Východiskem implementace multimédií do výuky by neměla být samotná technologie, ale zájem o rozvoj lidského vědění a poznání. V minulosti byl důraz kladen spíše na zpřístupnění nejnovějších technologií veřejnosti než na jejich pomoc a využití při procesu učení (Cuban, 1986). Oproti tomu přístup Learner-Centered chápe použití multimédií jako prostředek k učení a zefektivnění výuky. Bere v úvahu fungování lidské mysli a pokládá si otázku, jak můžeme aplikovat multimédia do výuky, abychom ji co nejvíce zefektivnili. Důraz je kladen na využívání multimediálních technologií pouze jako pomůcky k rozvoji lidského poznání a schopností žáků (Mayer, 2009). Multimediální prostředky mají doplňovat lidské schopnosti, podporovat činnosti, které nejsou naší silnou stránkou, a zlepšovat a rozvíjet ty oblasti, ve kterých naopak vynikáme.

Z výše uvedeného vyplývá, že pokud má být implementace multimédií do výukového procesu úspěšná, nesmí se výuka podřizovat technologiím, ale naopak musí technologie cíleně sloužit k rozvoji lidského učení a respektovat jeho průběh. Multimediální vzdělávání, resp. výuka probíhá v okamžiku, kdy žáci zaznamenávají informace prezentované dvěma a více různými způsoby, například vizuálně prezentovaná animace v kombinaci s verbálně prezentovaným vysvětlujícím komentářem. Účastník takové výuky používá při učení více smyslů a vytváří si komplexnější znalosti, díky kterým je schopen informace lépe přijmout a dlouhodobě uchovat (Clark & Paivio, 1991). Analogicky, je-li předmětem výuky vysvětlení nějakého principu, kombinací vizuální a verbální prezentace informací se zvyšuje pravděpodobnost pochopení popisovaného principu a vhodnost eventuální aplikace při řešení nastalých situací (Mayer & Sims, 1994). Mayer a Moreno (2003: s. 44) upozorňují na tři předpoklady, podle kterých funguje lidská mysl při multimediálním vzdělávání: 1) předpoklad dvou informačních kanálů; 2) předpoklad omezené kapacity; 3) předpoklad aktivního zpracování informace. To v praxi znamená následující: 1) Pro příjem zaznamenané informace využívá člověk dva oddělené informační kanály – sluchový/verbální kanál pro příjem mluvených informací a zrakový/vizuální kanál pro příjem informací obrazového charakteru. Vhodně vytvořené multimediální prezentace využívají oba tyto kanály současně, čímž maximalizují efektivitu příjmu informací. 2) V aktuálním čase má vizuální i verbální informační kanál pro záznam pouze omezenou kapacitu. Z tohoto důvodu není příliš efektivní použít k vysvětlení určitého principu např.

animaci doprovázenou výkladovým textem bez mluveného slova kvůli přetížení vizuálního záznamového kanálu (Mayer, 2009). 3) Učení vyžaduje značné kognitivní zpracování v obou informačních kanálech a je aktivním procesem. Zahrnuje sledování prezentovaného materiálu, organizaci přijatých informací do souvislé struktury a integraci prezentovaného materiálu do systému již existujících vědomostí (Mayer & Moreno, 2003). Model procesu zpracování informací při multimediálním učení znázorňuje obr. 1 (Mayer, 2009), ze kterého je patrné, že žák zapojuje zároveň smyslové vnímání, aktuálně pracující paměť a znalosti uložené v dlouhodobé paměti.



Obr. 1: Model zpracování informací při učení za použití multimédií (Mayer, 2009)

Obr. 1 vyjadřuje kognitivní zpracování informací při multimediálním učení ve směru šipek zleva doprava. Slova a obrázky, které přicházejí z vnějšího zdroje, respektive z multimediální prezentace, jsou zachycovány zrakem a sluchem (smyslové vnímání). Obrazový materiál, včetně tištěného textu, je zaznamenáván zrakem (šipky vedené od slov a od obrázků směrem ke zraku). Následně je veškerý obrazový materiál krátce zpracováván vizuální paměti. Naopak mluvené slovo zaznamenává sluch (šipka vedená od slov ke sluchu) a zpracovává jej verbální paměť. Pro aktuální práci s přijatými informacemi vybírá žák automaticky pouze pro něj podstatné informace, se kterými později pracuje („výběr slov“ a „výběr obrázků“). Vybrané pojmy a informace jsou dále tříděny a uspořádány. Žák, respektive jakýkoliv účastník vzdělávacího procesu vytváří souvislé slovní vyjádření na základě předchozích slovních vjemů („uspořádání slov“) a souvislé obrazové představy vycházející z příchozích vizuálních podnětů („uspořádání obrázků“). Poznatky zjištěné prostřednictvím obou forem aktuálně používané paměti (verbální, vizuální) jsou kombinovány s vědomostmi, kterými disponuje žákova dlouhodobá paměť. Proces integrace (šipka s označením „integrace“) vyžaduje dočasný přechod a aktivizaci znalostí z dlouhodobé paměti do aktuálně používané paměti. Kapacita dlouhodobé paměti pro ukládání přijatých poznatků je prakticky neomezená, zatímco kapacita paměti umožňující zpracování právě přijatých obrazových a verbálních informací je omezená. Z tohoto důvodu je potřeba v rámci vzdělávacího procesu dbát na nepřetěžování některého z informačních kanálů, což správně vedené multimediální vzdělávání umožňuje (Mayer, 2009).

## 4 MULTIMÉDIA V KONTEXTU HLAVNÍCH TRENDŮ PŘÍRODOVĚDNÉHO VZDĚLÁVÁNÍ

S ohledem na fakta uvedená v úvodním oddíle můžeme konstatovat, že zdánlivě nové požadavky současného kurikula přírodovědného vzdělávání vlastně nejsou úplnou novinkou. Dnešní podoba a možnosti společnosti však nabízí odlišné uchopení toho, o co usilovali didaktici již v minulosti (Řehák, 1967; Altmann, 1971, 1975).

Moderní doba umožňuje učitelům využívat k dosažení požadovaných cílů nové výukové metody založené na kritickém myšlení, ale také technické prostředky, které jsou nedílnou součástí běžného života nás všech. Výpočetní technika dostupná v 20. a 21. století má potenciál rozvoje lidského poznání takovými způsoby, které nebyly dříve dostupné (Mayer, 2009). Přírodní vědy mají navíc díky svému dynamickému rozvoji veškeré předpoklady pro aplikaci nových výukových metod a prostředků (Joshi, 2011).

Podle Normana (1993) je správná aplikace multimediálních prostředků do výuky jedním z příkladů toho, co ovlivňuje rozvoj žákovy inteligence. Multimédia jsou již dlouhodobě a rozsáhle aplikována v průmyslových odvětvích, kde je jim přisuzováno zvýšení efektivity a produktivity zaměstnanců (Zoltan & Chapanis, 1982). Toho je využíváno zejména v tzv. Computer-Based Training modulech v soukromých sektorech, kde jsou zaměstnanci školeni ohledně organizačních postupů dané korporace. Tento fenomén v současné době vstupuje i do vzdělávacího systému jako vhodný výukový nástroj. Ačkoliv se školské reformy v ČR v posledních dvaceti letech snaží hledat stále nové a efektivnější výukové metody a didaktické prostředky, klasický výklad nelze úplně eliminovat a nahradit. I tato metoda výuky ale může být vedena v souladu s novodobými trendy. Použití multimédií je jedním z nejdostupnějších řešení, jak aktivovat vnímání žáků zapojením více smyslů a podpořit tzv. činnostní vyučování (Mousavi et al., 1995). Výzkumy dokazují, že lidé si zapamatují 20 % toho, co vidí, 40 % toho, co slyší a vidí, ale až 75 % toho, co vidí, slyší a zároveň dělají (Lindstrom, 1994). Nejen, že smyslovému vnímání je přisuzována evokace pozitivních postojů k dané problematice, ale rovněž bylo prokázáno, že použití multimédií zvyšuje míru uchování informací a zkracuje dobu učení (Joshi, 2011). Počítačové animace doprovázené vhodným komentářem, popřípadě doplňkovou interaktivní úlohou, mohou například sloužit k vysvětlení principů, které žáci později využijí v rámci výuky vedené badatelským způsobem (Mayer & Sims, 1994). Výhodou použití multimédií je částečná redukce organizační formy orientované na učitele a otevření výuky směrem k žákům. Osobnost učitele však zůstává velice důležitá pro správnou interpretaci předávaného učiva.

Multimédia mají své opodstatnění i v souladu se snahou zatraktivnit učivo současným žákům. Prostřednictvím použití multimédií jsou žáci do jisté míry stavěni do podmínek reálného života, jelikož v dnešní době je jejich používání každodenní nutností v jakémkoliv zaměstnání (Joshi, 2011). Jejich zavedení do výuky může být jistou motivací pro studium přírodních věd, které jsou mnohdy považovány za abstraktní a obtížné k pochopení (Barak & Dori, 2005). Výuka tak získává pro mnohé žáky organizovanější podobu a multimédia jim usnadňují pochopení složitých nebo ne příliš zajímavých témat (Tuovinen, 2000). Názornosti mohou využít i v případech, kdy nemají k dispozici náročná a drahá laboratorní vybavení. Dokážou tak prostřednictvím médií prezentovat např. pokusy a procesy doprovázené bouřlivými a nebezpečnými reakcemi, experimenty dlouhodobého charakteru nebo reakce v tak malých měřítkách, že by pro celou třídu nebyly efektivní. Pomocí statických nebo dynamických multimédií mohou učitelé vizualizovat složité přírodovědné pojmy, postupy a zvýšit úroveň porozumění a aplikace učiva (Lindstrom, 1994; Mayer, 2009). Pro přírodní vědy je důležitá i možnost multimediálně zprostředkované pokusy kdykoliv opakovat a rozfázovat podle aktuálních potřeb (Pence, 1993).

Vzhledem k soudobému trendu tzv. integračního, respektive multidiscipinárního přístupu k přírodním vědám (Younès, 2000; Wake, 2008), jsou multimédia ideálním prostředkem pro prezentaci jakéhokoliv učiva. Internet je dnes běžným, a pro současné žáky téměř jediným akceptovatelným informačním zdrojem (Ratchford et al.,



2001). Poskytuje často poměrně komplexní a interdisciplinární informace různého druhu a kvality. Tato komplexnost by měla zůstat zachována i při tvorbě didaktických materiálů podpořených multimédií, například přidáním tabulek, obrázků, grafů, zvukových a obrazových efektů nebo videoklipů. Na druhou stranu materiály obsahující irelevantní zvuky, zajímavý, ale nesouvisející text nebo nepodstatné obrázky, mohou významně redukovat porozumění prezentovanému učivu (Bartsch & Cobern, 2003). Úlohou učitele je eliminovat tyto rušivé elementy při tvorbě vlastního didaktického materiálu, popřípadě srozumitelně vysvětlit prezentovaný obsah, pokud je k výuce použit cizí didaktický materiál, např. volně stažitelné prezentace, online didaktické materiály, výukové animace. Zároveň je potřeba na tuto skutečnost upozornit žáky a při vyhledávání informací je vést ke kritickému myšlení a ověřování používaných zdrojů.

Aplikace multimédií do výukového procesu je bezpochyby jednou z variant, jak žákům zprostředkovat mnohdy nestravitelné učivo cestou, která je jim v dnešní době blízká. Mnohé studie si multimédií považují zejména kvůli kombinaci psaných a mluvených slov s obrazovým materiálem, statickým i dynamickým, což prokazatelně zvyšuje efektivitu učení (Reimann, 2003; Mayer, 2009). Možnost aplikovat interaktivní prvky do prezentovaného materiálu činí z multimédií mimo jiné vhodný prostředek pro podporu v dnešní době propagovaného činnostního vyučování (Beauchamp & Kennewell, 2010). Výuka podpořená promyšlenou a přiměřenou aplikací multimediálních prostředků se zdá být jednou z variant, jak vyhovět aktuálním trendům přírodovědného vzdělávání.

## 5 ZÁVĚR

Aktuální trend českého i evropského vzdělávání nejen v přírodních vědách je poměrně jasně formulován – výuku mají mít ve svých rukou ve velké míře žáci sami a učitelé je mají na cestě za poznáním pouze doprovázet a směřovat (Kotrba & Lacina, 2007). Volbou vhodných motivačních prvků a aktivizačních metod mají učitelé v žácích probudit zájem o přírodní vědy, které nejsou v současné době příliš populární pro svou náročnost a odtržení učiva od reality (Víšek & Kleskeň, 2010). Žáci by měli být vedeni tak, aby sami dokázali vyhledávat informace, ověřovat teoretické poznatky, popřípadě sami dovedli navrhnout metody řešení přírodovědných problémů. Soudobé strategie dosažení požadovaných cílů výuky přírodních věd se vzhledem k aktuálně dostupným prostředkům pro výuku poměrně liší od historických, nicméně požadavky společnosti v problematice přírodovědného vzdělávání zůstávají vesměs identické. Již během 20. století se čeští přírodovědci výrazněji zabývali problematikou didaktiky přírodních věd (Řehák, 1967; Altmann, 1971) a svoji pozornost soustředili na hledání takových výukových postupů, které by žákům přírodní vědy maximálně přiblížily a výuku zefektivnily podobně, jako je tomu dnes.

Za jeden z vhodných prostředků pro přiblížení výuky žákům jsou považována multimédia, respektive vhodná implementace různých typů médií do výuky s ohledem na didaktickou znalost obsahu a potřeby žáků. Vzhledem k aktivaci dvou rozdílných informačních kanálů – sluchového a zrakového – při multimediálním vzdělávání je jejich použití při výuce vysoce efektivní (Lindstrom, 1994). Poměrně rychlý vývoj multimédií umožňuje studentům čím dál tím větší měrou aktivně se zapojit do výuky. S multimediálními technologiemi mohou vytvářet multimediální aplikace jako součást svých výstupů z různých projektů, bádání a jiných k tomu určených forem výuky. To z žáků činí aktivní účastníky procesu učení, kteří jsou vedeni k samostat-

nému rozhodování o obsahu jejich výstupů a kriticky hodnotí relevanci informací, se kterými pracují. Výhodou multimediálních prostředků navíc je, že učitelé dovolují používat ve třídě rozdílné výukové styly a způsoby sdělování odborného obsahu. Tím jsou výukou osloveni žáci poměrně širokého spektra s rozdílnými potřebami. Vzhledem k tomu, že učitelé mohou využít všech obohacujících prvků, které multimédia zprostředkovávají, uplatňují ve výuce větší škálu svých nápadů. Žáci dané učivo vidí, slyší a představují si mnohem realističtěji, což zvyšuje úroveň aplikace a pochopení učiva. Důležitou úlohu hrají multimédia rovněž v otázce motivace, které současní žáci potřebují relativně velkou dávku. Za přispění multimediálních prostředků může učitel pozdvihnout zdánlivě nezajímavé téma na úroveň akceptovatelnou žáky. Kombinace multimediálních prezentací, činnostního vyučování a tradičních výukových technik může být také hodnotnou podporou např. badatelsky orientované výuky (Pence, 1993; Younès, 2000; Papáček, 2010) a činnostního vyučování jako celku.

## LITERATURA

- Altmann, A. (1971). *Didaktické zásady ve výuce biologie (Kapitola z didaktiky biologie)*. Praha: SPN.
- Altmann, A. (1975). *Metody a zásady ve výuce biologie*. Praha: SPN.
- Andersen, B. B. & Brink, K. (2002). *Multimedia in education (Specialised training course)*. Moskva: Unesco Institute for Information Technologies in Education.
- Barak, M. & Dori, Y. J. (2005). Enhancing undergraduate students' chemistry understanding through project-based learning in an IT environment. *Science Education*, 89(1), 117–139.
- Bartsch, R. A. & Cobern, K. M. (2003). Effectiveness of PowerPoint presentations in lectures. *Computers & Education*, 41, 77–86.
- Beauchamp, G. & Kennewell, S. (2010). Interactivity in the classroom and its impact on learning. *Computers & Education*, 54, 759–766.
- Berk, R. A. (2009). Multimedia teaching with video clips: TV, movies, YouTube, and mtvU in the college classroom. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 5(1), 1–21.
- Betrancourt, M. (2005). The animation and interactivity principles in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (287–296). New York: US: Cambridge University Press.
- Chromý, J. (2006). Analýza výkladu pojmů média a multimédia. *Technology of Education*, 14(3), 5–8.
- Clark, J. M. & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3(3), 149–210.
- Cuban, L. (1986). *Teachers and machines: The classroom use of technology since 1920*. New York: Teachers College Press.
- Evans, Ch. & Gibbons, N. J. (2007). The interactivity effect in multimedia learning. *Computers & Education*, 49, 1 147–1 160.
- Held, L. (2011). Konfontácia koncepcií prírodovedného vzdelávania v Európe. *Scientia in Educatione*, 2(1), 69–80.

- Joshi, A. (2011). Innovative teaching: Using multimedia in a problem-based learning environment. *Current World Environment: An International Research Journal of Environmental Science*, 6(1), 183–186.
- Komenský, J. A. (1958). *Velká didaktika. Vybrané spisy Jana Amose Komenského*. Praha: SPN.
- Kotrba, T. & Lacina, L. (2007). *Praktické využití aktivizačních metod ve výuce*. Brno: Barrister a Principal.
- Lindstrom, R. (1994). Create dynamic presentations that inspire. In R. Lindstrom (Ed.), *The business week guide to multimedia presentations: create dynamic presentations that inspire*. New York: McGraw-Hill Osborne Media.
- Mayer, R. (2009). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52.
- Mayer, R. E. & Sims, V. K. (1994). For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 86(3), 389–401.
- Mousavi, S. Y., Low, R., & Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology*, 87(2), 319–334.
- Norman, D. A. (1993). *Things that make us smart: defending human attributes in the age of the machine*. New York: Addison-Wesley Publishing Company.
- Papáček, M. (2010). Badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání – cesta pro vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in Educatione*, 1(1), 33–49.
- Pavelková, I., Škaloudová, A. & Hrabal, V. (2010). Analýza vyučovacích předmětů na základě výpovědi žáků. *Pedagogika*, 60(1), 38–61.
- Pence, H. E. (1993). Combining cooperative learning and multimedia in general chemistry. *Education*, 113(3), 375–380.
- Ratchford, B. T., Talukdar, D. & Lee, M. S. (2001). A model of consumer choice of the Internet as an information source. *International Journal of Electronic Commerce*, 5(3), 7–22.
- Reimann, P. (2003). Multimedia learning: beyond modality. *Learning and Instruction*, 13, 245–252.
- Řehák, B. (1967). *Vyučování biologie (na základní devítileté škole a střední všeobecně vzdělávací škole)*. Praha: SPN.
- Santiago, P., Gilmore, A., Nusche, D. & Sammons, P. (nedatováno). *Zprávy OECD o hodnocení vzdělávání – Česká republika 2012*. Dostupné z ČŠI – Česká školní inspekce: <http://www.csicr.cz/getattachment/a6311b50-169c-4e5e-9d92-a6f70aafe0f1>
- Schulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1–22.
- Škoda, J. & Doulík, P. (2009). Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 19(3), 24–43.
- Štech, S. (2007). Profesionalita učitele v neoliberální době (Esej o paradoxní situaci učitelství). *Pedagogika*, 57(4), 326–337.

- TIMSS International Study Center. (1996). *Highlights of results from TIMSS*. Boston: Boston College.
- Tuovinen, J. E. (2000). Multimedia distance education interactions. *Education Media International*, 37(1), 16–24.
- Veselský, M. (2010). *Motivácia žiakov učiť sa: Teória a prax*. Bratislava: Univerzita Komenského Bratislava.
- Víšek, T. & Kleskeň, B. (2010). *Klesající výsledky českého a základního školství: fakta a řešení*. Praha: McKinsey & Company.
- VÚP. (2011). *Přírodovědná gramotnost ve výuce*. Praha: NÚV.
- Wake, M. H. (2008). Integrative biology: Science for the 21st century. *BioScience*, 58(4), 349–353.
- White Wolf Consulting. (2009). *Důvod nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory*. Individuální projekt národní Podpora technických a přírodovědných oborů 2010, Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. Dostupné z <http://www.generacey.cz/duvody-nezajmu-zaku-o-prirodovedne-a-technicke-obory>
- Younès, T. (2000). Biological education: Challenges of the 21st century. *Biology International*, 39, 8–13.
- Zoltan, E. & Chapanis, A. (1982). What do professional persons think about computers. *Computers in Human Behavior*, 9, 411–426.

---

TEREZA ODCHÁZELOVÁ, tereza.odchazelova@pedf.cuni.cz  
Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta  
Katedra biologie a environmentálních studií  
Magdalény Rettigové 4, 116 39 Praha 1, Česká republika

## Efekt zařazení chemie do kurikula středních odborných škol nechemického zaměření

*Martin Rusek*

### Abstrakt

Príspevek je zaměřen na efekt, který má zařazení chemie do rámcových vzdělávacích programů pro obory vzdělání středního odborného vzdělávání. Tento efekt je zjišťován jako rozdíl mezi postoji žáků k chemii po ukončení základní školní docházky a po ukončení středoškolské výuky chemie, tedy v prvním ročníku střední odborné školy nechemického zaměření. Zjištěné výsledky jsou propojeny s výsledky dříve provedených výzkumů v této oblasti. Jak plyne z výsledků, z koncepčního hlediska je nutné podniknout potřebné kroky směrem ke zvýšení kvality výuky chemie na těchto školách, jelikož právě na nich studuje většina žáků středních škol tvořící následně všeobecné mínění společnosti.

**Klíčová slova:** postoje žáků k chemii, výuka chemie, odborné školství.

## The Effect of Including Chemistry Education in the Curriculum of Non-chemical Vocational Schools

### Abstract

The paper is focused on an effect of including chemistry in the framework educational programmes for vocational schools. The effect is measured as the difference between students' attitudes to chemistry after finishing their primary education (9<sup>th</sup> grade) and after finishing their first year at a non-chemical vocational school. The research results are connected to the results of previous research in the area. It transpired that it is necessary to undertake particular steps in order to increase the quality of chemistry education at these schools. It is this group of students whose opinion subsequently creates the overall reputation of chemistry in society.

**Key words:** student's attitudes towards chemistry, chemistry education, vocational schools.

# 1 ÚVOD

Rozšíření řad žáků, kteří jsou i na střední škole vyučováni chemii, již není žádnou novinkou. Stalo se tak již k 1. 9. 2009, ovšem doposud jsou zaváděny další rámcové vzdělávací programy pro obory vzdělání středního odborného vzdělávání, které učivo chemické povahy přinášejí i do oborů, kde dříve chemie vyučována nebyla (Rusek, 2013b). Od vstupu kurikulární reformy na střední školy tak již uplynulo dostatečné množství času na to, aby bylo účelné zkoumat její dopad na vzdělávání.

Cílem přírodovědného vzdělávání je příprava přírodovědně gramotných žáků (OECD, 2012). Cíle deklarované v RVP SOV – naučit žáky využívat přírodovědných poznatků v profesním i občanském životě, klást si otázky o okolním světě a vyhledávat k nim relevantní, na důkazech založené odpovědi (*Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání 23-52-H/01 Nástrojař*, 2007) – jsou tak v souladu s cíli deklarovanými OECD. Přírodovědnou gramotnost žáků zkoumá testování PISA (Programme of International Student Assessment), a to na 15letých žácích. Dospělou populaci pak zkoumá testování PIAAC (Programme of International Assessment of Adult Competencies). Součástí těchto výzkumů je i pasáž zaměřená na postoje. I v prostředí středních škol může sledování postojů žáků k danému školnímu předmětu sloužit jako indikátor dosažení cílů vzdělávání. Postoj je získaný motiv vyjadřující vztah jedince k daným předmětům a v nich prováděným činnostem (Čáp & Mareš, 2001). Zahrnuje tři složky: poznání oboru a názory na něj, citové ohodnocení (sympatii, antipatii, popř. lhostejnost) a také pobídku k jednání či k chování v souladu s názorem a emočním hodnocením, popřípadě návyk činnost provádět (Čáp & Mareš, 2001). Z hlediska výstupu, laicky řečeno toho, co si žáci z výuky odnesou, tak jedním z cílů výuky jsou i pozitivní postoje k danému oboru (vědní disciplíně, školnímu předmětu).

Postoje společnosti významně ovlivňují i postoje žáků ke školním předmětům, k výběru střední a vysoké školy, a tím se podílejí i na množství odborníků pracujících v této oblasti. Veřejné mínění ovlivňuje politiky, kteří rozhodují o finanční podpoře daného oboru. Negativní postoje tak nutně znamenají nemalé obtíže pro samotný obor a samozřejmě i pro školní předmět (srov. Hrabal et al., 1984). I z tohoto důvodu jsou postoje žáků k jednotlivým školním předmětům jedním z klasických předmětů zkoumání oborových didaktiků (Bílek & Řádková, 2006; Hassan, 2008; Kekule & Žák, 2010; Kubiátko et al., 2012; Osborne et al., 2003; Prokop et al., 2007; Veselský, 1997).

Výzkumy zaměřené na postoje českých žáků k chemii jako školnímu předmětu se však doposud zabývaly především postoji žáků základních škol (Bílek & Řádková, 2006; Kubiátko et al., 2012; Veselský & Hrubíšková, 2009) a gymnázií (Škoda, 2003; Švandová & Kubiátko, 2012). Postoj k danému předmětu zaujímaný celou společností však není tvořen postojem absolventů gymnázií – „elity“ mezi středoškoláky. Je to postoj většiny absolventů středních škol – postoj absolventů středních odborných škol. Zařazení vzdělávací oblasti Přírodovědné vzdělávání do kurikula většiny středních odborných škol (SOŠ) je tak v podstatě snahou zlepšit postoje společnosti k přírodovědným předmětům.

Tento text svým zaměřením na žáky nechemických oborů navazuje na příspěvek publikovaný autorem (2013a) a je zaměřen na dosavadní výsledek zařazení chemie do kurikula oborů vzdělání středního odborného vzdělávání (SOV), kde v mnoha případech před kurikulární reformou vyučována nebyla. Pro zkoumání efektu, jaký výuka chemie na SOŠ nechemického zaměření má, jsou tentokrát použity sofistikovanější výzkumné metody a větší vzorek respondentů.

## 2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

### 2.1 POSTOJE A ZÁJMY

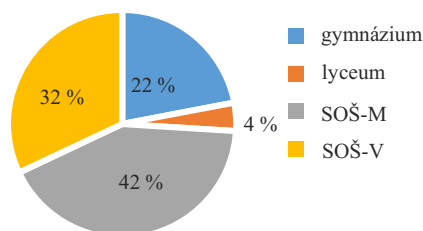
Vymezení pojmu *postoj* již byla věnována pozornost v úvodu příspěvku – motiv vyjadřující vztah jedince (Čáp & Mareš, 2001) v našem případě k vzdělávacímu oboru/školnímu předmětu. Definice Čápa a Mareše (2001) je pro účely tohoto textu dostačující. S kvalitou postoje často bývá spojován i *zájem* o školní předmět či obor jako takový. Ten je Čápem a Marešem definován jako ochota žáků učit se či vykonávat určitou činnost. Z uvedeného vyplývá, že jsou termíny *postoj* a *zájem* těsně spjatý. Pozitivní očekávání, které je předpokladem efektivní výuky (Hrabal et al., 1984), úzce souvisí s postoji žáků o daný předmět potažmo vědní obor.

Z tohoto hlediska jsou přírodovědné předměty nejen u nás, ale i v celé Evropě, Spojených státech či Austrálii v nevýhodné pozici. Tento text je však zaměřen výhradně na české žáky. Nejmenší zájem jeví žáci základních škol o fyziku, následuje chemie (Höffer & Svoboda, 2005). Výzkumy zaměřené konkrétně na postoje žáků k chemii vykazují především negativní hodnoty (Bílek, 2008; Höffer & Svoboda, 2005; Škoda, 2001). Výjimkou je výzkum Kubiátka et al. (2012), kteří zjistili neutrální postoje žáků k chemii.

### 2.2 EDUKAČNÍ REALITA SOŠ

Výzkumy postojů žáků k předmětu chemie na středních odborných školách (SOŠ) musí respektovat specifickou tohoto prostředí. Střední odborné školství v ČR je značně diferencováno, o čemž svědčí 280 platných rámcových vzdělávacích programů pro obory vzdělávání středního odborného vzdělávání (RVP SOV). Autor tohoto textu ve své práci navrhuje přístup dělení jednotlivých oborů podle povahy a počtu hodin věnovaných v RVP výuce přírodovědných předmětů na: lycea, přírodovědně zaměřené SOŠ (SOŠ-PřV), SOŠ nabízející nepřírodovědně zaměřené obory vzdělání ukončené maturitou (SOŠ-M) a SOŠ nabízející nepřírodovědně zaměřené obory vzdělání ukončené výuční zkouškou (SOŠ-V). V úvodu zmíněné nové doplnění kurikula přírodovědnými předměty se tak týká především oborů SOŠ-M a SOŠ-V.

Podíl žáků prvního ročníku na jednotlivých oborech středního vzdělávání v ČR k 1. 9. 2013 je uveden v grafu 1. Z pohledu množství žáků, kterých se takto pojatá výuka chemie týká, tvoří žáci všech SOŠ přibližně 80 % všech středoškoláků. Za okrajový předmět<sup>1</sup> je chemie považována na cca 75 % oborů SOV, zbytek tvoří přírodovědně (chemicky) zaměřené SOŠ a obory, na nichž se PřV nevyučuje (Rusek, 2011a). Při 101 258 žácích nastoupivších do prvního ročníku SŠ je tedy zmiňovanou cílovou skupinou, na níž je tento příspěvek zaměřen, přibližně 75 000 žáků (Vojtěch & Paterová, 2014).



Graf 1: Podíl žáků 1. ročníku oborů SŠ, zdroj: (Vojtěch & Paterová, 2014)

<sup>1</sup>Za okrajový předmět je chemie považována pro obory, v nichž je hodinová dotace nižší než 6 vyučovacími hodinami týdně za celou dobu studia (Rusek & Pumpr, 2009).

Jelikož z hlediska výuky chemie na SOŠ-PřV nenastaly přílišné změny, není to-  
muto typu škol dále věnována pozornost. Na zbytku uvedených SOŠ je vzdělávací  
oblast Přírodovědné vzdělávání (PřV) zařazena jako všeobecně vzdělávací. Podle po-  
čtu hodin věnovaných v RVP na výuku vzdělávací oblasti PřV se jedná o okrajové  
předměty. Z pohledu výuky chemie je typicky na lyceích vyučována ve 2 vyučovacíh  
hodinách týdně v prvním, někdy i ve druhém ročníku. Na SOŠ-M (podle RVP SOV  
obory M a L0) je chemie zpravidla vyučována ve 2 vyučovacíh hodinách týdně  
pouze v 1. ročníku. Na SOŠ-V (podle RVP SOV obory H) je chemie vyučována  
nejčastěji v 1 vyučovací hodině pouze v 1. ročníku (Rusek, 2011a). To znamená, že  
učitelé SOŠ-M mají na výuku všech v RVP SOV předepsaných témat 68 vyučovacíh  
hodin, po odečtení prázdnin, adaptačních a lyžařských kurzů apod. je to přibližně  
62 vyučovacíh hodin. Učitelé SOŠ-V mají na výuku k dispozici 34 vyučovacíh  
hodin, reálně však přibližně 30.

S hodinovou dotací je spjata možnost ředitelů škol zaměstnávat učitele, kteří  
studovali daný obor nebo přímo učitelství daného oboru. Při současném počtu žáků  
hodiny chemie nenaplní plný úvazek. Sehnat učitele je tak obtížné a výuku přebírá  
někdo ze stávajícího pedagogického sboru. Oproti gymnáziím, kde je chemie vyučo-  
vána odborně ve 100 %, na středních odborných školách často působí učitel, který  
chemii nestudoval. Na učebních oborech se to týká až 60 % škol (Rusek et al., 2010).  
To se samozřejmě projeví i ve způsobu výuky učitele. Pro účely tohoto textu si autor  
vypůjčuje vybrané parametry kvality výuky fyziky (viz Žák, 2008). Záměrně jsou  
vybrány ty parametry pravděpodobně absentující u učitelů, kteří předmět nestu-  
dovali: schopnost učitele vzbudit zájem žáků o okolí, zapálení do výuky, vytváření  
struktury poznatků, propojení předmětu s ostatními apod.

S postavením chemie na okraj zájmu SOŠ nechemického zaměření je také zřejmé,  
že na školách není dostatečné vybavení pro provádění demonstračních nebo žákov-  
ských edukačních experimentů. Výuka se tak oddaluje od původního pojetí experi-  
mentálního oboru.

Tyto faktory ústí v prostý závěr: Žáci k chemii na SOŠ přistupují jako k před-  
mětu, který si nevybrali, na základní škole z chemie (i fyziky) nedostávali příliš dobré  
známky (Rusek et al., 2010), chemie není součástí maturitní ani učňovské zkoušky  
atd. (Rusek & Pumpr, 2009), učitel je málokdy dokáže upoutat ať už z důvodu nedo-  
statečného vybavení nebo z důvodu nedokonalé technologicko-pedagogické znalosti  
obsahu předmětu. Žáci si tak kladou otázku, „Proč bych se měl(a) učit chemii?“,  
a od samotného začátku tak přistupují k předmětu negativně.

Již z tohoto vyplývá, že výuku v takových podmínkách (okrajový předmět, de-  
motivovaní žáci) je zapotřebí pojmut jinak než na gymnáziu nebo na základní škole.  
Jak výuku žáci vnímají, pomáhají odhalit výsledky tohoto průzkumu.

## 3 DESIGN VÝZKUMNÉ STUDIE

### 3.1 VÝZKUMNÝ PROBLÉM A HYPOTÉZY

Ve dříve provedeném šetření (Rusek, 2011b) autor vliv výuky zkoumá prostřednic-  
tvím změny v kvalitě odpovědí na otázky, co je to chemie, co se žákům ve výuce  
líbilo nebo jak by označkvali chemii jako školní předmět. Rozdíl mezi odpověďmi  
získanými na začátku a na konci školního roku pak považuje za vliv výuky na žáky.  
V tomto příspěvku autor na vliv výuky nahlíží přes změnu postoje k vybranému  
předmětu.



Průzkum byl veden následující výzkumnou otázkou: *Jaký je rozdíl mezi postoji žáků SOŠ nechemického zaměření k chemii před zahájením středoškolské výuky chemie a po jejím skončení?*

Za SOŠ nechemického zaměření je považována taková škola, která nabízí studijní obor(y) SOV, v nichž je učivu přírodovědné povahy věnováno max. 6 vyučovacích hodin týdně, tj. celkem 124 vyučovacích hodin. Za skončení středoškolské výuky chemie je považováno ukončení roční výuky, tedy 68, popř. 34 vyučovacích hodin (viz RVP SOV).

Na základě výzkumné otázky byly s ohledem na rozdělení žákovské struktury stanoveny dvě hypotézy:

**Hypotéza  $H_M$ :** *Mezi postoji žáků oborů SOŠ-M před začátkem středoškolské výuky chemie a po jejím skončení nejsou statisticky významné rozdíly.*

**Hypotéza  $H_V$ :** *Mezi postoji žáků oborů SOŠ-V před začátkem středoškolské výuky chemie a po jejím skončení nejsou statisticky významné rozdíly.*

Jako obory SOŠ-M jsou označovány všechny obory M a L0, tedy čtyřleté obory ukončené maturitní zkouškou. Jako obory SOŠ-V jsou označovány obory H, tj. tříleté obory ukončené vyučením.

Potvrzení hypotézy by znamenalo, že přínos zařazení vzdělávací oblasti Přírodovědné vzdělávání, potažmo vzdělávacího oboru Chemické vzdělávání, je nízký. Naopak v případě zamítnutí hypotézy jsou mezi postoji žáků před výukou a po jejím absolvování významné rozdíly. Pozitivní posun znamená, že výuka kladně působí na postoje žáků a tato část kurikulární reformy měla svůj vliv. Negativní posun by znamenal, že v daných podmínkách (časové možnosti, motivace žáků, materiální vybavení, neaprobovanost učitele atd.) dochází ke zhoršení postojů a tento krok kurikulární reformy je kontraproduktivní.

## 3.2 METODY STATISTICKÉ ANALÝZY DAT

Získaná data byla převedena do elektronické podoby v programu MS Office Excel 2010. Pro pokročilejší statistické výpočty byl využit program IBM SPSS Statistics 22. Hodnoty odpovědí žáků byly počítány jako aritmetický průměr. Hypotézy byly testovány na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Využito bylo parametrických testů zaměřených na vyhodnocování rozdílů mezi parametry jednoho nebo více statistických znaků dvou nebo více skupin souboru (viz Škoda, 2003). V tomto příspěvku je využíván test ANOVA neboli analýza rozptylu. Jde o statistické metody používané k vzájemnému vícenásobnému porovnávání středních hodnot, zaměřené na hodnocení vztahů. Tato metoda je založena na hodnocení vztahů mezi rozptyly porovnávaných souborů. Testované shody středních hodnot jsou převáděny na testování shody dvou rozptylů (tzv. F-test).

V případě, že bude ANOVA F-testem zamítnuta nulová hypotéza, budou dvě proměnné posuzovány Fischerovým LSD-testem. Tím jsou zjišťovány rozdíly aritmetických průměrů tří a více proměnných a jejich statistické významnosti na zvolené hladině významnosti.

## 3.3 VÝZKUMNÝ VZOREK

Vzorek žáků testovaných na začátku školního roku zahrnoval žáky gymnázií, lyceí, přírodovědně zaměřených SOŠ, SOŠ-M (obory M a L0) a SOŠ-V (obory H a E). Ze

seznamu krajů v České republice byl náhodně vybrán Středočeský kraj. V něm pak bylo ze seznamu středních škol, jejichž zřizovatelem je stát, náhodně vybráno vždy 7 institucí, které nabízejí daný studijní obor.

Vzhledem k zaměření průzkumu vzorek žáků testovaný po skončení středoškolské výuky chemie obsahoval pouze žáky těch oborů, na kterých byla chemie vyučována dle RVP SOV pouze v prvním ročníku – SOŠ-M (obory M a L0) a SOŠ-V (obory H).

Dotazník byl v papírové i elektronické podobě zadán vždy žákům jedné třídy na náhodně vybraných školách (7 SOŠ-M a 8 SOŠ-V) ve Středočeském kraji. Sběr dat probíhal v září a říjnu 2012. Pouze drobně přeformulovaný dotazník byl na téže školy zaslán v září 2013 (sběr dat probíhal do poloviny října). Do druhého kola se zapojilo 7 oborů SOŠ-M a 7 oborů SOŠ-V. Údaje o respondentech jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1: Údaje o respondentech

SOŠ-M		SOŠ-V	
před	po	před	po
203	104	134	75

Nižší počty respondentů v obou skupinách jsou dány snahou autora průzkumu získat výsledky žáků, kteří se přímo účastnili prvního kola průzkumu. S ročním odstupem se nepodařilo získat data od všech zúčastněných škol v předchozím roce. Taktéž počty žáků v jednotlivých třídách klesaly vlivem odchodu žáků ze škol.

Průzkum byl koncipován tak, aby byly měřeny postoje k chemii, s jakými žáci přicházejí na střední školu, a postoje, s jakými ji opustí. Postoje, s jakými žáci na SŠ přicházejí, jsou postoje k chemii vytvořené na základní škole. Postoje, s jakými SŠ opustí, jsou pak postoje zjištěné po ukončení výuky chemie, tedy v případě většiny žáků po absolvování prvního ročníku.

### 3.4 VÝZKUMNÝ NÁSTROJ

Výzkumným nástrojem byl dotazník. Jeho tvorbu podrobně popisuje Rusek (2013b). Po vzoru dalších výzkumů v této oblasti byl dotazník členěn do následujících dimenzí: zájem o předmět, užitečnost poznatků získaných v předmětu, náročnost učiva, učitel, využívání technologií a pokusy ve výuce. Na jednotlivá tvrzení žáci odpovídali prostřednictvím čtyřstupňové Likertovy škály.

Pro otázky P1x byly odpovědi na škále následující: *Rozhodně souhlasím – Souhlasím – Nesouhlasím – Rozhodně nesouhlasím*. Pro otázky P2x byly odpovědi: *Velmi často – Často – Zřídka – Nikdy*. Z hlediska typu dat se tedy jedná o ordinální měření. Pro bližší informace o jednotlivých dimenzích viz tab. 2.

Tab. 2: Srovnání celkových hodnot aritmetických průměrů jednotlivých dimenzí

Kategorie	Min	Max	SOŠ-M		SOŠ-V		Počet otázek
			před	po	před	po	
<b>zájem</b>	0,50	3,50	1,78	1,84	1,76	1,76	2
<b>užitečnost</b>	0,50	3,50	2,10	2,41	1,99	2,24	4
<b>obtížnost</b>	0,50	3,50	1,64	1,98	1,65	1,76	2
<b>učitel</b>	0,75	3,75	2,53	2,89	2,55	2,68	4
<b>pokusy</b>	1,00	4,00	1,84	3,38	1,90	2,82	1
<b>technologie</b>	1,00	4,00	2,15	2,41	2,13	2,66	1

## 4 VÝSLEDKY A DISKUSE

Pro názornost budou výsledky nejprve uvedeny souhrnně pro jednotlivé dimenze vypovídající o postojích žáků k chemii. Následně bude pozornost věnována jednotlivým stanoviskům. O platnosti hypotéz bude rovněž rozhodnuto na základě odpovědí žáků na konkrétní položky dotazníku. O platnosti hypotéz bude rovněž rozhodnuto na základě odpovědí žáků na konkrétní položky dotazníku. S ohledem na velikost i výběr vzorku jsou výsledky vztaženy pouze k dotazovaným žákům. Stejně tak jsou i interpretovány.

V tab. 2 jsou uvedeny průměrné hodnoty postoje k jednotlivým dimenzím rozdělené podle oborů SOV. Ve sloupci *před* jsou uvedeny hodnoty získané na začátku studia vybraných žáků (viz Rusek, 2013b). Ve sloupci *po* jsou uvedeny hodnoty získané na začátku druhého ročníku SOŠ, tedy po absolvování výuky chemie.

Zjištěné hodnoty byly spočítány jako aritmetický průměr odpovědí na všechna tvrzení vztahující se k dané dimenzi, a jsou tak pouze orientační. Tab. 2 však přesto slouží ke všeobecnému přehledu. Z dat plyne, že hodnoty postojů (s výjimkou dimenze *učitel* a u skupiny SOŠ-V také *technologie*) jsou neutrální až negativní. V následujícím textu budou rozebrána stanoviska žáků k jednotlivým tvrzením. Jelikož byly pro odpovědi použity dvě škály, není možné data jednoduše sloučit. U otázek P1x byla neutrální hodnotou hodnota 2,5, u otázek P2x hodnota 2,0. V grafech jsou proto hodnoty aritmetických průměrů odpovědí žáků přepočítány tak, aby udávaly rozdíl od neutrálního stavu pro každé tvrzení ( $P1x - 2,5$ ;  $P2x = 2,0$ ). Osa *y* tedy vypovídá o kladné ( $> 0$ ) a záporné ( $< 0$ ) hodnotě postoje.

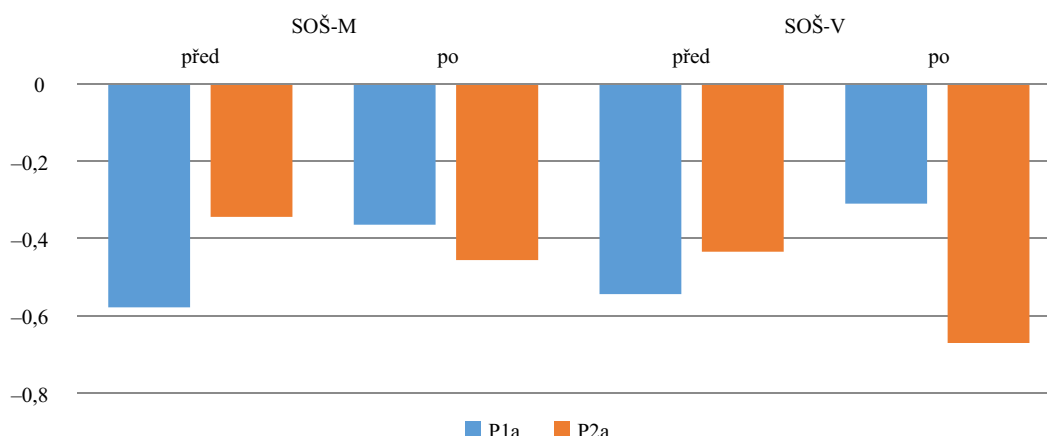
Interpretace zjištěných hodnot jsou zaměřeny spíše na výuku na SOŠ, na níž je tento text zaměřen. Paralely s výukou na základních školách byly podrobněji diskutovány Ruskem (2013b) nebo dalšími autory zaměřenými na postoje žáků ZŠ k chemii (Veselský & Hrubíšková, 2009; Kubiátko et al., 2012).

Tab. 3: Hodnoty aritmetických průměrů a P hodnot ANOVA testu ( $\alpha = 0,05$ ) pro jednotlivá tvrzení

	SOŠ-M			SOŠ-V		
	před	po	P	před	po	P
<b>P1a</b>	1,921	2,135	<b>0,023</b>	1,955	2,189	<b>0,038</b>
<b>P1b</b>	3,187	3,375	<b>0,027</b>	3,097	2,824	<b>0,008</b>
<b>P1c</b>	2,466	2,612	0,153	2,398	2,384	0,903
<b>P1d</b>	1,926	2,272	<b>0,000</b>	1,805	2,057	<b>0,022</b>
<b>P1e</b>	2,692	2,827	0,298	2,442	2,635	0,218
<b>P1f</b>	3,369	3,519	0,082	3,358	3,233	0,227
<b>P1g</b>	1,889	1,728	0,102	1,918	2,000	0,490
<b>P1h</b>	2,683	2,735	0,617	2,754	2,600	0,212
<b>P1i</b>	2,152	2,406	<b>0,043</b>	2,127	2,658	<b>0,000</b>
<b>P2a</b>	1,655	1,544	0,299	1,565	1,329	0,069
<b>P2b</b>	2,188	2,010	0,089	2,189	1,907	<b>0,025</b>
<b>P2c</b>	1,735	1,777	0,660	1,677	1,676	0,996
<b>P2d</b>	1,498	1,500	0,978	1,459	1,459	0,994
<b>P2e</b>	1,360	1,692	<b>0,003</b>	1,500	1,473	0,842

## 4.1 ZÁJEM O CHEMII

Dimenze *zájmu* o chemii byla v dotazníku zastoupena dvěma tvrzeními: P1a a P2a. Výsledky jsou uvedeny v grafu 2. Vyplývá z nich, že žáci o chemii zájem spíše nemají.



Graf 2: Hodnoty postojů žáků v dimenzi zájem o chemii

### P1A CHEMII MÁM RADŠI NEŽ OSTATNÍ PŘEDMĚTY

Ve skupině SOŠ-M byl zaznamenán pozitivní, statisticky významný posun. Podle zjištěných hodnot je  $P = 0,023$ . Hypotézu  $H_M$ : *Mezi postoji žáků oborů SOŠ-M před začátkem středoškolské výuky chemie a po jejím skončení nejsou statisticky významné rozdíly* je na 95% hladině významnosti možno odmítnout. Zjištěný výsledek, přestože se zlepšil, je stále na škále postoje žáků k předmětu neutrální až mírně negativní.

Také ve skupině SOŠ-V byl zaznamenán statisticky významný pozitivní posun. Podle hodnoty  $P = 0,038$  je na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  možné hypotézu  $H_V$ : *Mezi postoji žáků oborů SOŠ-V před začátkem středoškolské výuky chemie a po jejím skončení nejsou statisticky významné rozdíly* zamítnout. Platí zde totéž, co u skupiny SOŠ-M. Postoje žáků jsou pozitivnější, avšak stále v absolutních číslech neutrální až mírně negativní.

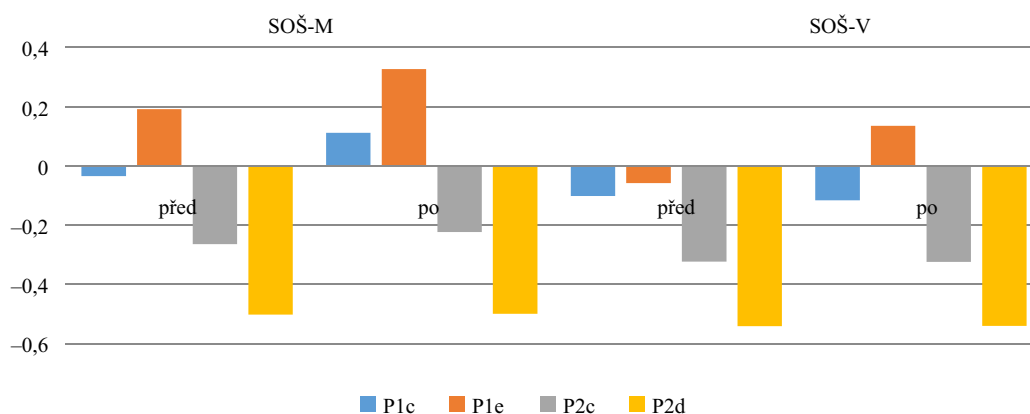
Výsledky tak naznačují, že výuka má na postoje žáků jistý efekt. Pozitivní postoje k tomuto tvrzení nebylo možné očekávat, jelikož se jedná o skupinu žáků, kteří si pro svou další studijní dráhu vybrali zcela odlišné předměty, než je chemie. Nelze tedy předpokládat, že by chemii měli radši než ostatní předměty.

### P2A HODINY BYLY NUDNÉ

Názory žáků obou skupin na toto tvrzení se po ukončení výuky chemie významně nelišily od názorů, které získaly na základní škole. Žáci spíše souhlasí, že hodiny byly nudné. Středoškolská výuka tak nezměnila očekávání žáků (srov. Hrabal et al., 1984), jejich motivace učit se chemii je nízká.

## 4.2 UŽITEČNOST PŘEDMĚTU

Dimenze užitečnosti chemie a poznatků nabytých v chemii pro život žáků byla tvořena čtyřmi tvrzeními: P1c, P1e, P2c, P2d. Hodnoty aritmetických průměrů odpovědí žáků jsou uvedeny v grafu 3. Z něj i z tab. 3 vyplývá, žáci vnímají chemii spíše jako neužitečný předmět.



Graf 3: Hodnoty postojů žáků v dimenzi žáků v dimenzi užitečnost chemie

#### P1C AŽ DODĚLÁM TUHLE ŠKOLU, ZNALOSTI Z CHEMIE MI BUDOU K NIČEMU

U skupin SOŠ-M a SOŠ-V nedošlo ke statisticky významnému posunu. Žáci uvedli neutrální hodnoty. Vlastní přínos chemie tak stejně jako po absolvování základní školy žáci nevidí. Ke studiu nejsou mimo známek nijak motivováni. Toto zjištění je v rozporu se zjištěním Saltové a Tzougrakiové (2004), v jejichž výzkumu žáci prokázali pozitivní postoj k užitečnosti poznatků chemie. Neutrální výsledek na SOŠ lze považovat za poměrně dobrý, jelikož se dalo předpokládat, že se zaměřením na daný obor se názory žáků ještě více vyhraní.

#### P1E NA ZÁKLADĚ TOHO, CO JSME SE V CHEMII UČILI, UMÍM VYSVĚTLIT NĚKTERÉ JEVY KOLEM SEBE

Ani v jedné skupině žáků nedošlo v odpovědích ke statisticky významnému posunu. Hodnoty  $P$  pro obě skupiny respondentů neumožňují zamítnout nulové hypotézy  $H_M$  ani  $H_V$ . Postoje žáků k této otázce zůstávají neutrální až mírně pozitivní u skupiny SOŠ-M a neutrální u skupiny SOŠ-V. Ani učitelům na SOŠ se tak nepovedlo to, co jejich kolegům ze ZŠ – dostatečně žákům přiblížit problémy každodenního života. Samotný vzdělávací obsah tak, jak je v RVP SOV uveden, to příliš neusnadňuje. Tato propojení jsou tedy na učiteli a jeho schopnosti hledat spojení s reálným životem žáků. Učitelé, kteří chemii nestudovali, jsou tak v tomto ohledu znevýhodněni.

#### P2C TO, CO JSTE SE V CHEMII UČILI, SOUUISELO S REÁLNÝM ŽIVOTEM

Rovněž u této otázky nedošlo ke statisticky významnému posunu a ani jednu z nulových hypotéz nelze zamítnout. Žáci SOŠ-M v odpovědích projevují neutrální postoj, žáci SOŠ-V neutrální až mírně negativní postoj. Tato zjištění se shodují s výsledky Prokopa et al. (2007). Učivo podle žáků nemá souvislost s jejich reálným životem. Možnou interpretací je i neschopnost učitelů propojit učivo s reálným životem žáků (srov. Škoda, 2003), přesněji řečeno ukázat žákům výhody znalosti chemie, posunout chemii z tabule/papíru do praxe. Opačný přístup, jak bylo doloženo tímto průzkumem, vede ke ztrátě zbytků motivace žáků učit se tomuto okrajovému předmětu.

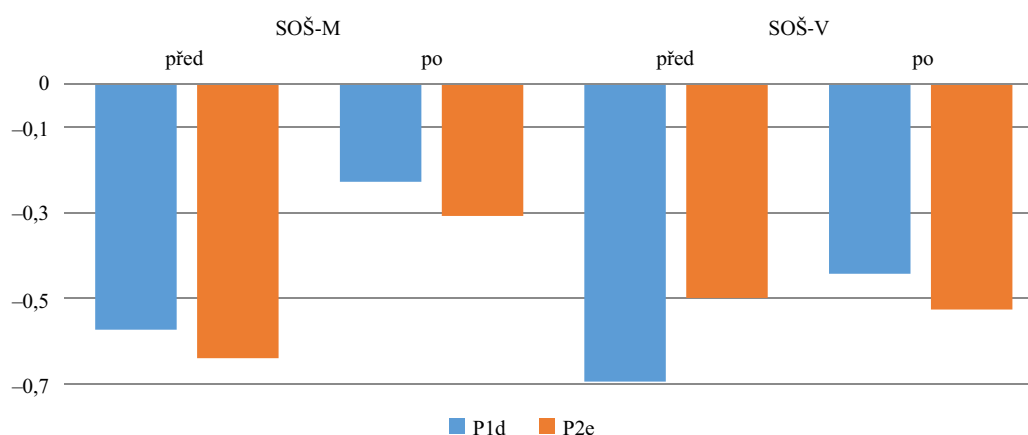
#### P2D TO, CO JSTE SE V CHEMII UČILI, SOUUISELO S JINÝM PŘEDMĚTEM

Ani na tuto otázku neodpovídali žáci statisticky významně jinak než před začátkem výuky chemie na SŠ. Jejich odpovědi jsou ještě negativnější než v případě tvrzení

P2c. Na škále žáci odpovídali, že učitel zřídka kdy uspěl v propojování učiva chemie s jiným předmětem. Propojování se ovšem nabízí nejen mezi přírodovědnými předměty, ale např. s matematikou, jazyky (CLIL metoda), historií (zvláště úvod do chemie, úvod do organické chemie, chemické výroby apod.). Interdisciplinarita totiž hraje významnou roli ve vnímání aktuálnosti a užitečnosti tématu. Propojení učiva nejen přírodovědných předmětů je vnímáno jako jedno z možných východisek nepříznivého stavu výuky chemie na SOŠ (Rusek, 2013b).

### 4.3 NÁROČNOST CHEMIE JAKO PŘEDMĚTU

Dimenzi náročnosti chemie tvořila dvě tvrzení P1d a P2e. Zjištěné hodnoty jsou uvedeny v grafu 4. Chemie je podle odpovědí žáků poměrně náročný školní předmět.



Graf 4: Hodnoty postojů žáků v dimenzi náročnost chemie

#### P1D CHEMIE JE PRO MĚ JEDEN Z NEJEDNODUŠŠÍCH PŘEDMĚTŮ

Testem ANOVA byla mezi odpověďmi žáků SOŠ-M zjištěna hodnota  $P = 0,000$ . Na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  tak lze vyvrátit hypotézu  $H_M$ . V odpovědích žáků byl zaznamenán pozitivní posun směrem k neutrální hodnotě. Tento posun lze interpretovat poměrně uvědomělou volbou obtížnosti učiva. To může být způsobeno snahou učitelů redukovat učivo. Roli může hrát i fakt, že se v případě středoškolské výuky jedná prakticky o opakování učiva ze základní školy. Žáci tak slyší to samé již podruhé a snáze učivu rozumí.

Rovněž ve skupině SOŠ-V byl testem ANOVA na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  nalezen statisticky významný rozdíl mezi odpověďmi žáků na začátku a po skončení výuky chemie ( $P = 0,022$ ). Také došlo ke kladnému posunu, hodnota je však pouze posunem k hranici *spíše nesouhlasím* (že by chemie byla jedním z nejjednodušších předmětů).

Cílem výuky samozřejmě není vyvolat v žácích pocit, že je předmět jednoduchý nebo nejjednodušší. Vnímání okrajového předmětu jako obtížného ale dále snižuje motivaci učit se jej ne mu. V propojení s argumentem patřícím do předchozí dimenze pak žáci kladou otázku „K čemu mi to bude?“ nebo „Proč se musím učit takto obtížné věci, když jsem si vybral/a jiný obor?“. Neschopnost učitele tyto otázky zodpovědět pak vede k demotivaci žáků.

## P2E PŘIPADAL(A) JSEM SI HLOUPÝ(Á)

Tato položka patřila mezi nejkontroverznější v celém dotazníku. Jelikož je ale používána v ostatních dotaznících měření postojů, byla v průzkumu ponechána. Ve výuce by se neměla projevovat učitelova intelektová převaha nad žáky. Tato položka tak vypovídá nejen o pocitu, který z výuky a učitelova přístupu k výuce žáci mají (následná vazba na dimenzi *učitel* je zde nasnadě), ale i o učitelově volbě učiva a snaze žáků jej zvládnout.

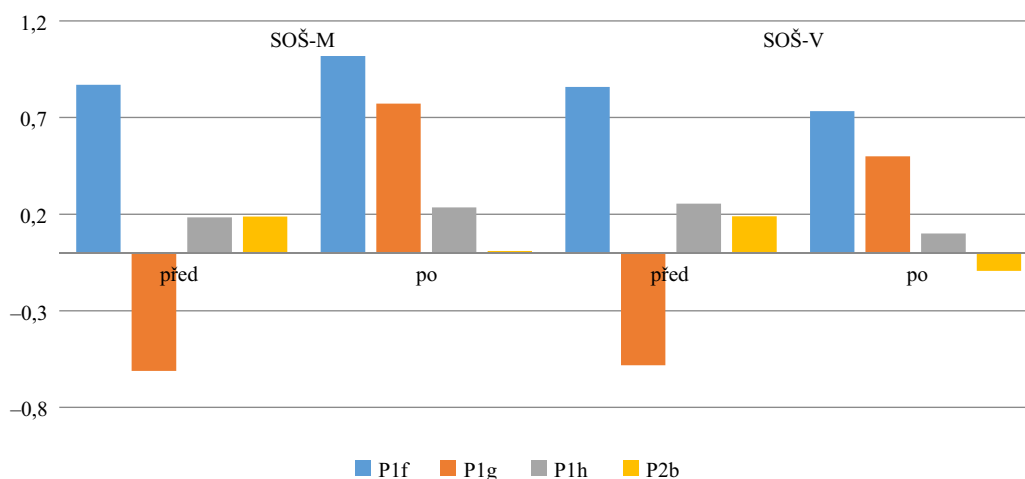
Shodné výsledky obou skupin respondentů neumožňují zamítnout ani jednu z hypotéz (viz hodnoty *P* v tab. 3). Žáci po skončení výuky přiznávají, že si spíše připadali hloupí. To může být způsobeno učitelovým přístupem. Učitelé chemie na ZŠ i SŠ si v podmínkách, kdy je motivace žáků učit se chemii nízká, sjednávají kázeň ve třídě odměřeným přístupem založeným na výuce obtížnějšího učiva za účelem zastrášení žáků (srov. Škoda, 2003). Druhým možným vysvětlením je učitelův nastavené „nepodkročitelné minimum“, které se nemění podle schopností žáků. Možným vysvětlením je ovšem i neochota žáků věnovat se přípravě na předmět, ke kterému již na ZŠ získali negativní postoj (srov. Höffer & Svoboda, 2005).

### 4.4 UČITEL CHEMIE

Společným jmenovatelem kvality výuky je učitel (Škoda, 2003; Žák, 2008). Jeho učitelské kompetence v současnosti nejlépe popisuje model TPACK (Mishra & Koehler, 2006), který spojuje znalost obsahu, pedagogické kompetence a schopnost práce s informačními a komunikačními technologiemi. Parametry kvalitní výuky postavené na učiteli uvádí na příkladu učitelů fyziky V. Žák (2008).

Jak bylo uvedeno výše v textu, na SOŠ často chemii vyučuje pedagog, který chemii nestudoval (Rusek et al., 2010). Didaktická znalost obsahu je tak omezena, což se o to více projevuje při výuce nemotivovaných žáků.

V tomto průzkumu je dimenze učitele tvořena tvrzeními P1f, P1g, P1h a P2b. Výsledky pro tuto dimenzi jsou uvedeny v grafu 5.



Graf 5: Hodnoty postojů žáků v dimenzi učitel chemie

## P1F NÁŠ UČITEL(NAŠE UČITELKA) ROZUMĚL(A) CHEMII

Reálná možnost posoudit znalosti učitele chemie je pohledem žáků velmi nízká. Přesto se ale v praxi objevují učitelé, kteří jsou „o lekci před žáky“. Výklad čtou

z učebnice, neodpovídají na otázky žáků, dělají chyby ve výpočtech, diktují něco jiného než je v učebnici apod. To žáci rychle poznají. Odpovědi na tvrzení P1f tak mají smysl.

Testem ANOVA nebyly ani pro jednu skupinu zjištěny hodnoty, které by umožňovaly zamítnout jednu ze stanovených hypotéz. Žáci SOŠ-M i SOŠ-V souhlasí s tím, že jejich učitelé na ZŠ i SŠ chemii rozumí.

#### P1G CHTĚL(A) BYCH MÍT RADĚJI JINÉHO UČITELE (JINOU UČITELKU) CHEMIE

Data získaná jako odpověď na toto tvrzení je zapotřebí interpretovat opatrně. Způsobem sběru dat byl až v novém školním roce minimalizován efekt hodnocení učitele podle hodnotícího stupně, kterým klasifikoval daného respondenta. Žáci by přesto učitele rádi změnili. Toto zjištění interpretuje Škoda (2003) nedostatkem pochval a autoritářským přístupem, které celkově ovlivňují dimenzi *učitel*.

Testem ANOVA dat získaných od skupiny žáků SOŠ-M i SOŠ-V nebyly získány hodnoty, které by umožňovaly zamítnout stanovené hypotézy. Žáci SOŠ-M souhlasí s tím, že by chtěli mít jiného učitele chemie. Žáci SOŠ-V odpověděli zcela neutrálně.

První nabízející se možností pro tento stav je známkování. Žáci na ZŠ nedostávají z chemie příliš dobré známky (Rusek et al., 2010). Praxe na SOŠ naznačuje totéž. Pro postoje žáků dotvořené na SOŠ je pak druhou možnou interpretací vliv množství vyučovacích hodin (a tím i množství učiva) při stálém názoru na užitečnost předmětu. Na SOŠ-M, kde bývají většinou 2 vyučovací hodiny, a tím i větší množství učiva oproti jedné vyučovací hodině na SOŠ-V, tak žáci získají vůči učiteli větší averzi pro jeho nároky.

Vzhledem k celkové zjištěné hodnotě postoje žáků k chemii pak pravděpodobně postoj k předmětu žáci spojují i s postojem k učiteli. Je pravděpodobné, že i na začátku do výuky zapálený učitel sklouzne ke klasickým vyučovacím metodám, častějšímu zkoušení a testům poté, co se mu nedaří nijak žáky zaujmout pro předmět a udržet tak klid ve třídě. To se pak projeví v postojích žáků k němu. Reakcí učitele je pak náročnost a obtížnost učiva (srov. Škoda, 2003).

#### P1H NÁŠ UČITEL (NAŠE UČITELKA) NÁM CHEMII VYSVĚTLOVAL(A) VELMI ZAJÍMAVĚ

Ani u tohoto tvrzení nebyly testem ANOVA na 95% hladině významnosti zjištěny statisticky významné rozdíly. Údaje od obou skupin jsou srovnatelné. Oproti začátku školního roku se hodnoty udané žáky SOŠ-M statisticky nevýznamně zvýšily, zatímco u žáků SOŠ-V naopak. Celkové hodnoty jsou neutrální až mírně pozitivní. Žáci tak pravděpodobně oceňují snahu učitele. Je tak překvapivé, že by přesto učitele chemie chtěli vyměnit (viz P1g).

#### P2B BYLO VIDĚT, ŽE NÁŠ UČITEL (NAŠE UČITELKA) UČÍ CHEMII RÁD(A)

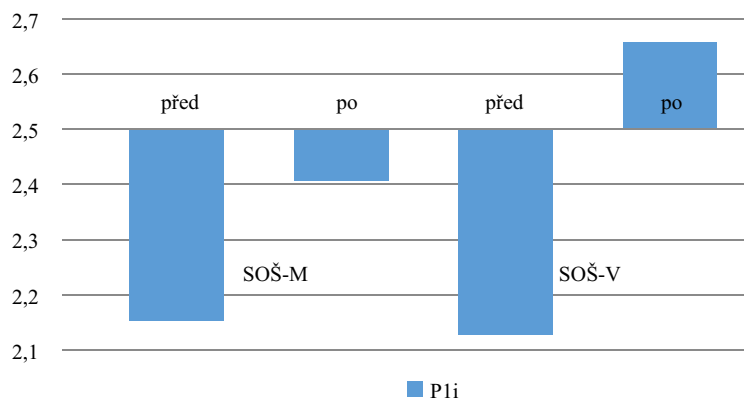
Žáci SOŠ-M toto tvrzení hodnotili podobně jako na začátku roku. Testem ANOVA nebyla zjištěna hodnota  $P$ , která by umožňovala zamítnout nulovou hypotézu  $H_M$ . Celkově odpověděli žáci SOŠ-M neutrálně. Hodnoty udané žáky SOŠ-V po použití testu ANOVA na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  na základě hodnoty  $P = 0,025$  umožňují zamítnout  $H_V$ . Žáci SOŠ-V hodnotí učitelovo zaujetí pro výuku významně hůře než zaujetí svého učitele na základní škole. Celkové hodnoty jsou však pouze mírně záporné. Učitelé na SOŠ se tak podle výsledků nesnaží motivovat žáky ani svým zapálením pro předmět. To v případě učitelů na SOŠ může opět pramenit



z jejich neaprobovanosti, dále také z demotivovanosti vyučovat okrajový, žáky neoblíbený předmět.

#### 4.5 INFORMAČNÍ A KOMUNIKAČNÍ TECHNOLOGIE VE VÝUCE

Využívání informačních a komunikačních technologií (ICT) ve výuce je v současnosti již běžnou, i když stále hojně diskutovanou komponentou výuky. Podle již citovaného modelu Mishry a Koehlera (2006) se současný učitel bez ICT neobejde. Na úrovni SOŠ zapojování ICT může napomoci nejen lépe zobrazit probírané děje, jevy a skutečnosti, může také napomoci eliminovat nedostatek vybavení na provádění pokusů, použije-li učitel např. videa.<sup>2</sup> Z tohoto důvodu byla jedna položka dotazníku věnována také ICT.



Graf 6: Hodnoty postojů žáků v dimenzi technologie

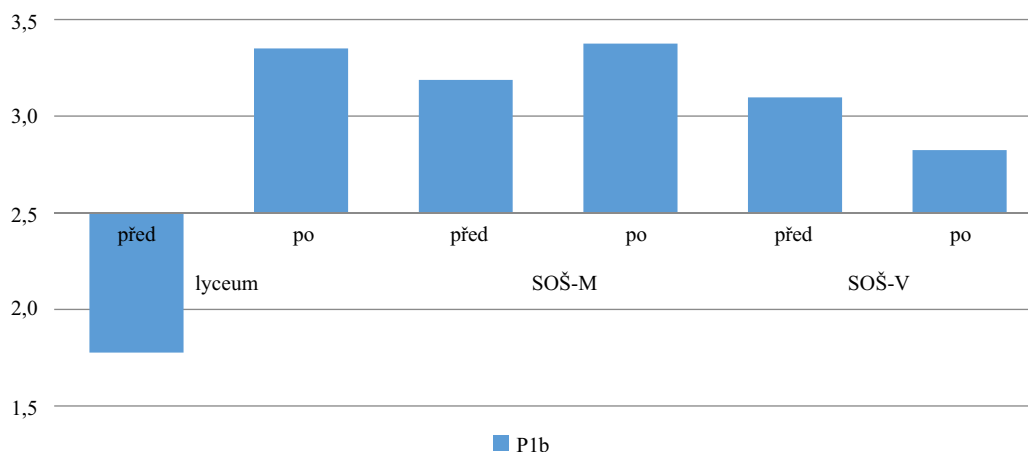
#### P1i NÁŠ UČITEL (NAŠE UČITELKA) NEVYUŽÍVAL(A) TECHNIKU (POČÍTAČ, INTERAKTIVNÍ TABULE, PROJEKTOR)

V obou dvou skupinách byl zaznamenán pozitivní trend. Testem ANOVA bylo u odpovědí skupiny SOŠ-M zjištěno  $P = 0,043$ , což umožňuje zamítnout  $H_M$ . Využití ICT učiteli SOŠ je četnější než na ZŠ, avšak stále v neutrálních až mírně negativních hodnotách. Rovněž u skupiny SOŠ-V bylo testem ANOVA na hladině významnosti 0,05 zjištěno  $P = 0,000$ . Hypotézu  $H_V$  tak bylo možné pro tuto položku zamítnout. Hodnoty této položky jsou neutrální až mírně pozitivní. Tento jev by mohl v budoucnu mít kladný vliv na postoje žáků. Prostřednictvím výukových i jiných videí, animací, ale i programů a her by bylo možné poutavou formou představovat žákům i taková témata, která by při běžné výuce žáky nudila.

#### 4.6 POKUSY V HODINÁCH CHEMIE

Školní pokusy jsou základní složkou výuky chemie. Důvodů nebo spíše omluv učitelů pro jejich nezařazování je několik. Nejčastěji zmiňovaným je nedostatek vybavení pro provádění pokusů na SOŠ (viz Rusek, 2010). Ten je v současnosti možno eliminovat dostupnými soupravami (Beneš et al., v tisku). Klíčovou je tedy metodická podpora učitele a jeho ochota pokusy do výuky zařadit. V dané situaci, kdy vyučující často chemii nestudoval (Rusek et al., 2010), je právě metodická podpora klíčovou záležitostí.

<sup>2</sup>Dostupné z <http://studiumchemie.cz>.



Graf 7: Hodnoty postojů žáků v dimenzi pokusy v chemii

### P1B PROVÁDĚNÍ POKUSŮ V CHEMII JE NUDA

Žáci SOŠ-M hodnotili pokusy na SOŠ pozitivně (viz tab. 3). Na základě hodnoty  $P = 0,027$  je na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  možno hypotézu  $H_M$  zamítnout i pro toto tvrzení. Byl zjištěn pozitivní posun. Žáci SOŠ-V hodnotili pokusy ve výuce rovněž pozitivně. Na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  je dle  $P = 0,008$  možno zamítnout  $H_V$ . Ve srovnání se začátkem školního roku se však jedná o statisticky významný propad. Žáci hodnotí pokusy méně pozitivně.

Interpretací pro zjištěná data je možných několik. Dle pasáže dotazníku, která není součástí tohoto textu, byly skupině žáků SOŠ-M i SOŠ-V prezentovány pokusy pouze *zřídka kdy*. Stejnou odpověď (zřídka kdy) uvedli žáci i na otázku, jak často měli možnost provádět pokusy sami. Odpověď žáků je tedy spíše přáním mít ve výuce více pokusů. To ovšem závisí na učitelích.

## 5 ZÁVĚR

Předkládaný průzkum doplňuje již poměrně bohatou sadu informací o postojích českých žáků k chemii o údaje od nejpočetnější skupiny žáků – žáků středních odborných škol nechemického zaměření. Právě tato skupina tvoří více než tři čtvrtiny celkové populace středoškoláků. Její postoje jsou pak většinovými, pokud jde o názor budoucí společnosti na chemii.

Cílem tohoto průzkumu bylo zjistit, jaký vliv má zařazení výuky chemie do RVP SOV oborů, kde před kurikulární reformou vyučována nebyla. Na základě výsledků průzkumu byly pro vybrané otázky zjištěny statisticky významné rozdíly mezi postoji žáků na začátku středoškolské výuky chemie a na jejím konci. Položek dotazníku, tedy jevů v edukačním procesu, ve kterých došlo ve výuce na SOŠ oproti výuce na ZŠ ke změně, byla však menšina. Formulované nulové hypotézy bylo tedy možno zamítnout pouze u několika tvrzení.

Ve většině sledovaných dimenzích navíc došlo k pozitivnímu posunu, což naznačuje, že zařazení výuky chemie i pro žáky SOŠ má jistý vliv. Zjištěné hodnoty jsou však stále převážně negativní nebo neutrální. Výsledky průzkumu tak lze podpořit tvrzení, že je výuce chemie na SOŠ účelné věnovat soustředěnou pozornost. Jejím prostřednictvím je možné vylepšit postoje žáků k chemii. Vezmeme-li v úvahu, že právě tito žáci jsou těmi, kteří budou tvořit veřejné mínění dospělé populace, jedná se o velice účelný krok.

Z hlediska zjištěných údajů, ale i vlivu na edukační proces, jsou nejzajímavější údaje v dimenzi *učitel*. Žáci souhlasili s tím, že se jejich učitel(ka) v chemii vyzná. Znalostí obsahu (CK) tedy učitelé podle dotazovaných žáků disponují. K zajímavosti výkladu jsou však žáci zdrženlivější. Výklad nehodnotili jako nezajímavý, ovšem ani jako zajímavý. Přitom právě zajímavé pojetí výuky je tím, čím by mohli učitelé nemotivované žáky zaujmout. To však vyžaduje schopnost improvizovat, což učitelům (tím více, jde-li o učitele, kteří chemii nestudovali) způsobuje problém (Veselský & Hrubíšková, 2009). Škodou (2003) označený důvod spíše negativních postojů k učitelům – málo pochval a autoritářský přístup založený na náročnosti a obtížnosti učiva – je pravděpodobným zdrojem přetrvávajícího názoru žáků SOŠ, kteří by raději měli jiného učitele chemie.

Pedagogická znalost (PK) a pedagogická znalost obsahu (PCK) učitelů je podle žáků na nižší úrovni. To potvrzují i názory respondentů na zapálení učitele pro obor. I zde žáci necítili, že by jejich učitel(ka) učil(a) chemii rád(a). Mishrův a Koehlerův (2006) model TPACK doplňuje využívání technologií učitelem. Tomu v tomto průzkumu nebylo věnováno více pozornosti. Zdá se, že i znalost jak využívat technologie (TK), navíc ve výuce (TPK), je také nízká. Důvodem těchto (očekávaných) zjištění je jednak nízká aprobovanost učitelů především na SOŠ-V (Rusek et al., 2010), jedna také pravděpodobně celkový přístup k výuce k výuce okrajového předmětu. Faktor vnější motivace uvedený M. Kekule a V. Žákem (2010) – dobré známky – zde také neplatí, srovnáme-li výsledky žáků gymnázií, lyceí, SOŠ-M a SOŠ-V (Rusek et al., 2010).

Dle očekávání byl zjištěn nízký zájem žáků o chemii jako předmět. Tato dimenze úzce souvisí s dimenzí užitečnosti předmětu jednak v reálném životě, jednak pro vysvětlování různých jevů kolem sebe. Žáci jsou neutrální v názoru na užitečnost v chemii nabytých poznatků pro svůj další život. Učivo však vnímají jako poměrně nereálné, vzdálené jejich životu, což souvisí např. s postoji žáků k učivu biologie zjištěnými Prokopem et al. (2007). Objevuje se zde také rozdíl mezi hodnocením užitečnosti chemie žáky gymnázia a žáky SOŠ (srov. Švandová & Kubiátko, 2012). Nejnižší hodnoty pak žáci uvedli u tvrzení, jestli učivo chemie souvisí s jiným školním předmětem. I zde se tedy projevuje nízká pedagogická znalost obsahu učitelů, kteří nejsou schopni podávat učivo v souvislosti s poznatky z jiných předmětů. Situace je složitější než na základní škole nebo na gymnáziích. Interdisciplinární přesahy jsou však možné i v RVP SOV, a to nejen v rámci vzdělávací oblasti Přírodovědné vzdělávání (Rusek & Köhlerová, 2012). Zájem žáků o předmět by mohlo zvýšit také častější zapojování pokusů, které jsou mezi žáky oblíbené (Rusek, 2011b, 2013a; Beneš et al., v tisku). Podle výsledků tohoto průzkumu by pokusy přivítali žáci SOŠ-M. Žáci SOŠ-V zůstali proti očekávání poměrně neutrální. Výsledek může být ovlivněn učitelem, který s prováděním dostatečně poutavých a na reálné děje zaměřených pokusů nemá zkušenosti.

Značný vliv na motivaci žáků a tím i postoj k předmětu má i vnímání náročnosti předmětu. To je zvláště důležitým faktorem v prostředí, kdy žáci nepovažují předmět vzhledem k odbornému zaměření studovaného oboru za důležitý. Chemii a její učivo žáci vnímají spíše jako obtížný předmět (srov. Škoda, 2003). Při výuce si také často připadají hloupí. Zde se mimo již výše uvedené pedagogické znalosti obsahu může jednat o metodu, jakou si učitel sjednává ve třídě kázeň. Demotivovaní žáci nevěnují výuce dostatečnou pozornost a v hodinách vyrušují. Zařazováním pro žáky obtížných prvků učiva, jakými jsou v chemii např. názvosloví, chemické výpočty nebo vyčíslování rovnic (Rusek, 2013a), dosáhne učitel alespoň částečně vnější motivace známkováním (viz Hrabal et al., 1984), navíc udrží kázeň ve třídě.

Součástí předloženého průzkumu byla i pasáž zaměřená na jednotlivá témata ve výuce chemie. Výsledky však přesahují rámec tohoto příspěvku. I tyto informace jsou velice podstatné pro zmapování edukační reality SOŠ nechemického zaměření. Zjištění o efektivitě výuky chemie v současném pojetí pak může být nejen výchozím bodem pro revizi RVP SOV, ale i tvorbu příslušných standardů. V neposlední řadě pak získané informace mohou posloužit při tvorbě podpůrných prostředků výuky chemie přímo pro učitele, kteří se na SOŠ nechemického zaměření potýkají s výše uvedenými problémy.

Autor se v další práci hodlá zabývat podmínkami pro výuku chemie na SOŠ nechemického zaměření. Plánovaným rozšířením předkládaného průzkumu jsou přímá pozorování edukačního procesu na SOŠ nechemického zaměření s cílem soustředit pozornost na činnost učitele. Vodítkem by mohly být parametry kvality výuky publikované Žákem (2008), jejichž většina je přímo ovlivněna působením učitele, dále pak zájem žáků o vybraná témata přírodovědných předmětů s integrujícím potenciálem.

## LITERATURA

- Beneš, P. et al. (v tisku). Tradice a současný stav pomůckového zabezpečení edukačního chemického experimentu v České republice. *Chemické listy*.
- Bílek, M. (2008). Zájem žáků o přírodní vědy jako předmět výzkumných studií a problémy aplikace jejich výsledků v pedagogické praxi. *Acta Didactica* (2). Dostupné z: [http://lide.uhk.cz/prf/ucitel/bilekma1/ukfdch/Acta\\_Zajem.pdf](http://lide.uhk.cz/prf/ucitel/bilekma1/ukfdch/Acta_Zajem.pdf)
- Bílek, M. & Řádková, O. (2006). Přírodní vědy ve škole – analýza zájmu patnáctiletých žáků ZŠ a gymnázií v České republice. Paper presented at *Současné metodologické přístupy a strategie pedagogického výzkumu*, Plzeň (pp. 29). ZČU.
- Čáp, J. & Mareš, J. (2001). *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál.
- Hassan, G. (2008). Attitudes toward science among Australian tertiary and secondary school students. *Research in Science & Technological Education*, 26(2), 129–147.
- Höffer, G. & Svoboda, E. (2005). Některé výsledky celostátního výzkumu: Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky. Paper presented at *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2*, (52–70). Plzeň: Západočeská univerzita.
- Hrabal, V. et al. (1984). *Psychologické otázky motivace ve škole*. Praha: SPN.
- Kekule, M. & Žák, V. (2010). Selected attitudes of students to physics at school in the Czech Republic. *Scientia in educatione*, 1(1), 51–71.
- Kubiatko, M. et al. (2012). Vnímání chemie žáky druhého stupně základních škol. *Pedagogická orientace*, 22(1), 82–96.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1 017–1 054.
- OECD. (2012). *PISA 2012 assessment and analytical framework*: OECD Publishing.
- Osborne, J. et al. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1 049–1 079.
- Prokop, P. et al. (2007). Slovakian students' knowledge of and attitudes toward biotechnology. *International Journal of Science Education*, 29(7), 895–907.

- Rusek, M. (2010). Současný stav výuky chemie na SOŠ – 2. díl. *Metodický portál RVP.cz*. Dostupné z <http://clanky.rvp.cz/clanek/s/O/6955/SOUCASNY-STAV-VYUKY-CHEMIE-V-SOS-%E2%80%93-2-DIL.html>
- Rusek, M. (2011a). Chemie pro žáky SOŠ nechemického zaměření. Paper presented at *Místo vzdělávání v současné společnosti: paradigma – ideje realizace*, Praha (pp. 7). Brno: Tribun.
- Rusek, M. (2011b). Postoj žáků k předmětu chemie na středních odborných školách. *Scientia in educatione*, 2(2), 23–37.
- Rusek, M. (2013a). Vliv výuky na postoje žáků SOŠ k chemii. *Scientia in educatione*, 4(1), 33–47.
- Rusek, M. (2013b). *Výzkum postojů žáků středních škol k výuce chemie na základní škole*. [Ph.D. Disertační práce], Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, Praha.
- Rusek, M. et al. (2010). K přírodovědnému vzdělávání na SOŠ. *Biologie – chemie – zeměpis*, 1, 19–26.
- Rusek, M. & Köhlerová, V. (2012). Výuka chemie na SOŠ s ohledem na zaměření jednotlivých oborů. Paper presented at *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied*, Smolenice (312–316). Trnava: TU v Trnavě, Pdf.
- Rusek, M. & Pumpr, V. (2009). Výuka chemie na SOŠ nechemického směru. Paper presented at *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX.*, Hradec Králové (200–206). Hradec Králové: Gaudeamus.
- Salta, K. & Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education*, 88(4), 535–547.
- Škoda, J. (2001). Trendy oblíbenosti chemie během studia na víceletých gymnáziích. Paper presented at *Aktuální otázky výuky chemie X*, Hradec Králové (235–240). Hradec Králové: Gaudeamus.
- Škoda, J. (2003). *Od chemofobie k respektování chemizace*. [Ph.D. Disertační práce], Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Praha.
- Švandová, K. & Kubiátko, M. (2012). Faktory ovlivňující postoje studentů gymnázií k vyučovacím předmětům chemie. *Scientia in educatione*, 3(2), 65–78.
- Veselský, M. (1997). Postoje a připomienky žiakov 1. ročníkov gymnázia, stredných odborných škôl a učilíšť k obsahu učebného predmetu chémie na základnej škole. *Biológia, ekológia, chémia*, 2(2), 24–25.
- Veselský, M. & Hrubíšková, H. (2009). Zájem žáků o učební předmět chemie. *Pedagogická orientace*, (3), 45–64.
- Vojtěch, J. & Paterová, P. (2014). *Vývoj vzdělanostní a oborové struktury žáků a studentů ve středním a vyšším odborném vzdělávání v ČR a v krajích ČR a postavení mladých lidí na trhu práce ve srovnání se stavem v Evropské unii* (pp. 48). Retrieved from [http://www.nuv.cz/uploads/Vzdelavani\\_a\\_TP/VYVOJ2013\\_pro\\_www.pdf](http://www.nuv.cz/uploads/Vzdelavani_a_TP/VYVOJ2013_pro_www.pdf)
- Žák, V. (2008). Zjišťování parametru kvality výuky fyziky. *Pedagogika*, 1, 61–72.

---

MARTIN RUSEK, martin.rusek@pedf.cuni.cz  
Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta  
Katedra chemie a didaktiky chemie  
M. Rettigové 4, 116 39 Praha 1, Česká republika

## Task Design and Implementation as a Two-way Activity: The Case of Preschool Teachers

*Pessia Tsamir, Dina Tirosh, Esther Levenson,  
Ruthi Barkai, Michal Tabach*

### Abstract

This paper demonstrates how professional development which focuses on task design principles can impact on both preschool teachers' knowledge and practice. Specific design principles for preschool mathematics tasks are presented and exemplified. Teachers chose several tasks to implement with individual children in their preschool classes, video-taped the task implementations, and discussed the experience during program sessions. Program sessions were recorded and analyzed qualitatively. Findings show that the participating preschool teachers become attentive to their students' knowledge as well as to task features. This attentiveness allowed them to modify task to target specific knowledge constructs.

**Key words:** preschool teachers, professional development, task design principles, counting and enumerating.

## Tvoření úloh a jejich implementace jako obousměrný proces: Příklad učitelů mateřských škol

### Abstrakt

Článek ukazuje, jaký vliv může mít další vzdělávání učitelů zaměřené na tvorbu úloh na jejich znalosti a praxi. Jsou představeny konkrétní principy tvoření úloh pro mateřské školy a tyto principy jsou ilustrovány na příkladech. Učitelé si vybírali několik úloh, které použili s jednotlivými dětmi ve svých třídách mateřských škol; implementace úloh byla nahrávána na video a analyzována při společných setkáních. Také setkání byla nahrávána na video a proběhla jejich kvalitativní analýza. Výsledky ukazují, že učitelé v mateřských školách pozorněji sledovali znalosti svých žáků i charakteristiky úloh. To jim umožnilo upravit úlohy tak, aby směřovaly ke konkrétním matematickým konceptům.

**Klíčová slova:** učitelé mateřských škol, další vzdělávání, zásady pro tvorbu úloh, počítání a vyčíslování.

There are several ways in which teachers can engage with mathematical tasks during professional development. Many studies suggest having teachers analyse existing tasks as opposed to designing their own tasks. These tasks can be textbook tasks (Nicol & Crespo, 2006; Watson & Sullivan, 2008) or tasks specifically designed by a designer or researcher (Swan, 2007). Perhaps because tasks are often written by designers and not by teachers, few professional development programs focus specifically on design principles and design features of tasks. Yet, there are instances when teachers have no choice but to design mathematical tasks for their own classrooms. Such is the case with preschool teachers in Israel where a mandatory mathematics preschool curriculum exists, but few curricular materials are available. When materials and tasks are available, they are not usually accompanied by teacher guides, which do accompany primary and secondary school textbooks in Israel. For these preschool teachers, it is especially important to appreciate the design process so that they may design mathematical tasks on their own or use chosen tasks wisely. For us, when working with preschool teachers, it is important to understand not only how an intervention might affect preschool teachers' practice related to task design but also how practice with tasks may inform further decisions related to tasks and instruction.

This paper addresses the general question of what may inform a teacher's decision to change a specific feature of some task. It focuses on two possibilities: the teacher's sensitivity to his or her students' knowledge of mathematics and the teacher's experiences of implementing the task. However, we also believe that a prerequisite for wisely changing a task feature is that the teacher be informed of the task's features and design as well as the principles that lay behind the design. Furthermore, Watson and Sullivan (2008) claimed that critical analysis of tasks may stimulate teachers' theorising about students' learning. Thus, it is also possible that being knowledgeable of a task's design may increase what a teacher may learn about students from implementing the task. We propose the possibility of a chain relationship: knowing the design principles behind a task and being aware of the specific features of a task may impact on what a teacher may learn from implementing that task which in turn may impact on how the teacher changes specific features of that task. In this paper we explore this possibility as we describe a professional development program for preschool teachers which emphasized task design and report on some of the results of this program. In the process, we also ask ourselves how design considerations can facilitate teachers' adaptation of tasks.

Henningsten and Stein (1997) defined a mathematical task as "a classroom activity, the purpose of which is to focus students' attention on a particular mathematical concept, idea, or skill" (p. 528). We adopt this definition for our study. In line with Watson and Mason (2006), we view a "collection of procedural questions or tasks . . . as a single object, with individual questions seen as elements in a mathematically and pedagogically structured set" (p. 91). In preschool, a series of procedural tasks may include counting the number of objects in a basket, then counting the same objects placed in a row, and then counting the same number of objects arranged in a circle. Also in line with Watson and Mason (2006) we apply variation theory to discuss not only how learning experiences may vary but also how variation may be used as a tool for constructing different tasks that are conceptually related. In the above example, all tasks are related to the concept of enumeration. The arrangement of items to be counted is varied.

This paper begins by briefly describing a professional development program for practicing preschool teachers, the role mathematical tasks played in this program,

and how task design became explicit to the teachers. It then reviews results of teachers' implementation of mathematical tasks focusing on teachers' analysis of their students' conceptions and how implementation of the tasks enhanced teachers' sensitivity to task design. Examples were chosen for their ability to highlight different aspects of task design. Finally, implications and questions are discussed.

## 1 THE PROFESSIONAL DEVELOPMENT PROGRAM

For several years, we have been providing professional development for preschool teachers guided by the Cognitive Affective Mathematics Teacher Education (CAMTE) framework (e.g. Tirosh, Tsamir, Levenson, Tabach & Barkai, 2011). Our aims are to promote teachers' knowledge and self-efficacy for teaching mathematics to young children. Like many other programs, we engage teachers with mathematical tasks. To begin with, we simulate playing with children with these tasks in order to promote teachers' knowledge of mathematical concepts such as equivalence and geometrical shapes. This type of simulation allows teachers to confront, in a gentle and respectful manner, their own conceptions and serves as a springboard for a thorough discussion of common errors, promoting also their knowledge of children's conceptions. In time, teachers are invited to take part in these simulations, promoting their knowledge of tasks and teaching. Many of the tasks we bring to our program are designed by us and have been implemented in preschools, by us, as well as by preschool teachers who have participated in our programs. This section begins by laying out the principles that guided our design of preschool mathematical tasks. It then describes how the design of these tasks became explicit to teachers.

Several principles guide our design of mathematical tasks to be used with preschool children. First, the mathematical concepts and competencies embedded in the tasks stem from the mandatory Israel National Mathematics Preschool Curriculum (INMPC, 2008). Second, as mentioned above, series of tasks may be conceived as a single object but are varied in such a way as to highlight separate competencies. For example, when working with preschool teachers and their young students, we differentiate between counting and enumerating skills. Counting refers to saying the number words in the proper order and knowing the principles and patterns in the number system as coded in one's natural language (Baroody, 1987). Enumerating refers to counting objects for the purpose of saying how many. On a day-to-day basis, the term enumerating is hardly used, but this professional term is used in the INMPC and helps preschool teachers to distinguish between the different skills we wish to promote among children. Gelman and Gallistel (1978) outlined five principles of counting objects: the one-to-one principle, the stable-order principle, the cardinal principle, the abstraction principle, and the order-irrelevance principle. While a task may promote more than one competency at a time, a key principle of our design is that it should be clear which of the competencies is being targeted at each point of the task. In light of the above design principle, careful attention is paid to the exact wording of the instructions and questions involved in a task. A third design principle is that the objects used in the task be readily available to the preschool teacher and familiar to children. The fourth design principle is that modularity, adjustability, and extendibility are inherent to task design. For example, an enumeration task may include placing eight identical bottle caps in a row. This task can be adjusted by using a different amount of caps, or by placing the caps in a different configuration (such as in a circle with no obvious beginning or end), by varying the color of the caps, etc.



The following excerpts are taken from sessions of our professional development program which focused on enumeration tasks that may be used in preschool. The participants were all practicing preschool teachers who were teaching 4–6 year old children in municipal preschools. The excerpts demonstrate how teachers became familiar with the process of task design and how they collaborated with the instructor in designing tasks to implement with young children.

I (Instructor): According to the curriculum guidelines, by the end of kindergarten a child should be able to count 30 objects ... we first ask him to count without giving him objects. Later on, when counting objects, we should think of how many objects to place before the child to count.

(Teachers offer different amounts.)

I: I probably shouldn't start with 30 because he may know how to count but the large amount can make it difficult. How about 10 items? Why isn't a good idea to start with 10?

T1: It's a large number.

T2: Because we have 10 fingers.

T3: Automatically, they say 10.

I: Right. How about 8? (The instructor places 8 identical bottle caps on the table.) Many times, a child expects there to be 10 so he won't necessarily take care to point to each one at a time. Instead, he might run his finger quickly over the items saying the numbers from 1 to 10. (The instructor demonstrates this.)

In the above segment, we see how the instructor first reminds the teachers of the curriculum requirement and then they discuss together the amount of items to be counted. It is also important to note that in designing the task, possible children's actions are taken into account. Knowing that ten is a benchmark number for children, and knowing that children may automatically count until ten regardless of the number of actual items to be counted, guides the instructor and teachers in choosing a different amount of items.

It is also important to consider the types of items to be counted. The instructor points out that if the items are of two colours, the child may count each colour group separately. She recommends starting by having the children count a set of homogenous objects such as bottle caps, easily accessible to the teachers and then afterwards checking what happens with heterogeneous items. In other words, the number and types of items to be counted are explicitly discussed features of this task.

Another task feature explicitly discussed with the teachers is the wording of the questions or the instructions they will give children.

I: What should we ask the child?

T6: (We should ask the child...) "How many are there?"

I: So, if the child points to each item and counts 1, 2, 3 till 8 then we know that he has the one-to-one correspondence principle. But do we know if he understands the principle of cardinality? So, after he counts, we will ask again, "How many items are there?"

T7: The first time we ask him how many there are, we are essentially requesting him to count the items. It's instead of saying, count the items. The second time we ask, "How many are there?" we are addressing the cardinality principle.

I: Correct. Some children will begin to count again from the beginning. And if we ask them again how many items there are, they will probably start counting again from the beginning. But, some children do not have the one-to-one correspondence principle; they say the counting sequence correctly while running their fingers over the items (the instructor demonstrates this action) but if they end at 7 or 9, when asked again how many there are, they will say whatever number they end up with. They understand the principle of cardinality.

In the above segment, we see how the different principles of enumeration are addressed by separate aspects of the task. First, the issue of reciting the number sequence without reference to items is mentioned. Then, the one-to-one principle and the cardinality principle are dealt with separately.

One of the ways we encourage teachers to think about task design is by having them design tasks with accompanying scripts which will focus on one specific enumeration principle. They then act out the proposed task, with one teacher playing the role of the preschool teacher (PT) and a second teacher playing the role of the child (PC).

PT places 8 different coloured disks on the table and arranges them in a circle.

PT: How many disks are there?

PC (counting around and around): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18.

PT: How many are there?

PC: 18.

PT: You counted the disks in the shape of a circle. Can you arrange them in a different shape?

PC places the disks in a row and proceeds to count correctly.

After the act, the instructor and teachers discuss what happened.

I: The circular arrangement is very special. The difficulty is that it promotes repetitions. Because there is no sign of who is first and who is last... The choice of which is first is arbitrary.

PC: If you notice, we purposely used disks of different colours. We could have used disks that were all the same colour and then...

PT: it would have been more difficult.

I: Correct. Having different colours may help the child remember where he started to count. Counting items in a circle requires knowledge of all the enumeration principles and then adds a degree of complexity... A circular arrangement allows us to see if the child feels the need to avoid repetition and if he feels this need does he have the skill to avoid it. This is a classical case where using identical items increases the difficulty of the task.

Finally, we point out that teachers chose several tasks to implement with individual children in their preschool classes, video-taped the task implementations, and discussed the experience during program sessions. The teachers agreed to implement the same tasks in the same way in order to be able to compare results of their efforts. These tasks are listed below:

1. Ask the child to count aloud till 10.
2. Arrange 8 identical items (bottle caps) in a row on a table and ask: (a) “How many (caps) are here?” (b) After the child finishes to count ask again, “how many are here?” (c) Point to the last cap counted by the child and say, “A different child said that he can start to count from here. Is he correct? Is this allowed?” If the child starts to count again say, “Just tell me if you think it’s allowed and why.”
3. Take the 8 items on the table and bunch them together. Ask, “How many are there?” If the child starts to count, stop her and say, “Can you tell me how many there are without counting?”
4. Arrange 7 identical bottle caps in a circle and ask, “How many are there?”
5. Place 30 items (bottle caps) on the table (in no particular order) and ask, “How many are there?”

The teachers’ final assignment for the course included implementing these tasks and then analyzing their students’ conceptions. In addition, teachers were asked to reflect on how they might change the task as a result of their experience. These reflections are the source of our data, and are discussed in the next section.

## 2 REFLECTIONS AFTER IMPLEMENTING ENUMERATING TASKS

This section begins by reporting on two teachers’ reflections, chosen because of their detailed reflections. We then present additional ideas for changing the task design raised by some of the other teachers.

### 2.1 FERN AND YOLANDA

Fern (all names are pseudo names) implemented the enumeration tasks with a  $4\frac{1}{2}$  year old girl, Gale. Before sitting with Gale she estimated that the child would be able to count aloud till 10 and enumerate up to 10 items. She was not sure if Gale would be able to enumerate items arranged in a circle or enumerate a large amount of items. After implementing the tasks, Fern reported that Gale skipped the number 6 when counting aloud. Gale correctly enumerated the 8 items, repeated that there were 8 items, agreed that you may count from either direction, and that even when bunched up, there remain 8 items. When shown 7 bottle caps arranged in a circle, Gale did not count but just looked at the caps and said that there were five. For the last in the series of tasks, Fern decided to place 20 caps on the table, instead of the agreed upon 30 “so as not to cause confusion and add stress.” Gale counted correctly up till 15 and then said 17, 18, 21, and 22. Fern then asked her, “so how many are there?” to which Gale answered, “22.” Fern thus concluded that Gale understands the cardinality principle.

When reflecting on the way she implemented the tasks, Fern considered the wording she used with Gale,

I felt that I was saying ‘enumerate’ so Gale stopped, that is, she is less familiar with this term than with counting so essentially it was my mistake because I usually use the term counting and not enumerating. I said to Gale ‘tell me how many bottle caps there are without enumerating’ and she was having difficulties with this, so I said, ‘without counting’ and she understood and answered.

Fern has several suggestions for changing the tasks. First, she would ask Gale to count aloud again in order to check her original assumption and make sure that Gale knows how to count. Second, she would encourage Gale to use her finger when counting items in a circle and if she still had difficulty with the task Fern suggests to make it easier by signalling a starting point with a different colour cap. Third, Fern states that “every task should be implemented twice in order to make sure what the child is able to do so that you can enhance the child’s confidence and self-efficacy”. Fern summarizes her experience, “the series of tasks allows me to know the child better, points of weakness and points of strength”.

Yolanda implemented the series of tasks with Tammy, a five-year old girl. According to her interpretation, Tammy knew how to count aloud till 10, enumerate 8 bottle caps placed in a row, and demonstrated the one-to-one correspondence principle and the cardinality principle. It was more challenging for Tammy to count the caps placed in a circle. Yolanda wrote that she implemented this task twice because,

... the first time, the girl answered correctly that there are 7 caps, but when enumerating the caps I saw that she touched two caps when saying the number 7 and so it ended up that she counted again the cap she started with. In other words, she didn’t remember where she started from... I felt that she simply was in a hurry and got mixed up and it wasn’t fair to conclude that she couldn’t complete the task. So, I gave her another opportunity and the second time she succeeded.

Tammy found it difficult to count 30 bottle caps. In consideration of this difficulty, Yolanda thought about how she might be able to help the girl and so she asked her, “Would you like to count the caps in a different way?” According to Yolanda, it seemed that this question was helpful. She wrote, “it was as if my question gave her permission to ask a question she didn’t have the nerve to ask beforehand: Can the caps be set up in another way?” Yolanda goes on to describe how Tammy arranged the caps in a circle and counted the caps demonstrating one-to-one correspondence up until 29 and then, instead of 30 she said 20 and 10. Yolanda concludes that she, as the teacher, needs to move Tammy forward from that point.

## 2.2 ADDITIONAL SUGGESTIONS BY OTHER TEACHERS

Goldie implemented the tasks with a 4-year old girl. The main challenge she encountered was counting 30 identical bottle caps. Goldie makes two suggestions for the future: she would either lessen the amount of caps to 20 or she would point out where to begin counting and arrange the caps in a more orderly fashion. She writes, “I understood that [the girl] at this age finds it much easier to count items when they are arranged in an orderly fashion and not spread out.” Dora also mentioned

a child who had difficulty enumerating 30 caps. She wrote, “The boy was able to count aloud in the proper order till 12. . . I would maybe have him try enumerating 12 items because that was the number he was able to correctly count to.” Similarly, Raley suggested first asking the child to count aloud till 30 before asking him to enumerate 30 items. Another teacher wrote that she would not change anything except that in the future she would use objects that the child likes to play with in kindergarten. Finally, Sabrina found that one child correctly counted the caps placed in a row, but did not understand what was meant by the question “can you count from this side.” She suggested asking instead, “Is there another way to count the caps?”

### 3 SUMMARY AND CONCLUSIONS

We begin by noting the details in teachers’ interpretation of children’s knowledge. They did not merely write that the child could or could not complete a certain task but attempted to analyze at what particular point the child showed strengths and weaknesses. For example, Fern noted that the little girl, Gale, enumerated correctly up till 15 but then mixed up the counting words. Fern differentiated between Gale not being able to say the counting words and knowing the cardinality principle. She also noted that Gale seemed to not understand the term enumerating and thus could not answer the question. Yolanda noticed that when Tammy counted the caps in a circle, she touched two together, but only did this once. This attention to detail echoes the design process experienced by teachers where emphasis was placed on knowing which part of the task was related to a particular knowledge construct or skill.

We see this same attention to details as teachers suggested ways of changing specific features of a task. Some of the teachers suggested they would change the number of items to be counted. Others said they would change the type of items or change the wording of a question asked. What is important to note is that not one of the teachers said that they would change more than one feature at a time. For example, Goldie claimed that she would lessen the amount of caps *or* point out where to begin. In a way, Goldie is varying the task in order to scaffold learning. The same may be said of Fern who suggested making a task easier by changing the color of one cap in order to signal the starting point. Likewise, Raley suggested that when counting 30 caps, it would help the child if the caps were not identical. These suggestions can be linked to the teachers’ participation in the design process.

What is also clear is that most of the teachers’ suggestions stemmed from what they learned about their students’ knowledge and difficulties. Dora made this connection explicit by writing that since her young student could count aloud till 12 she would have him enumerate 12 items instead of 30. The same may be said of the teachers who would implement a task twice because they could see that sometimes the child was just not focused the first time. A few teachers interpreted the situation as the task was ongoing and changed a feature while in the middle. For example, Fern and Yolanda changed the wording of a question on the spot when they realized that their young students did not understand the question being asked. But these changes did not change the essence of the tasks, which was to promote the use of one-to-one correspondence and the understanding of cardinality. Likewise, Fern decided to place 20 instead of 30 caps on the table so as not to cause the little girl stress. Considering that the little girl had another year of preschool ahead of

her, this change is both appropriate and thoughtful. These examples show how the teachers were keenly attuned to their students' engagement with the task, including affective aspects of engagement with the task, and made on the spot decisions about changing one particular feature that would help the student complete the task while preserving the essence of the task. Referring back to variation theory, we see that teachers related to some general variables of the task: phrasing (what exactly is said), representations (color and types of items to be counted), structure (what to do first, second, and repetition), and the child (age, knowledge, attention span). Changing one feature along one strand resulted in a new tailor-made task for a specific child for a specific purpose. All in all, we have demonstrated a chain relationship: knowing the design principles behind tasks and being aware of specific features of tasks impacted on what teachers learned from implementing those tasks which in turn impacted on how teachers changed specific features.

The question remains, would the teachers have noted the nuances of children's knowledge and would they have made and carried out deliberate and specific changes to task features if they had not participated in the design process? Or, expressed differently, was there something about the task design itself that might have supported these results without involving the teachers in the design process? Our tentative answer is a qualified yes. We feel that two of our design principles may be especially important if the design itself can lead to some of the results noted above. The first of these principles is that it should be clear which competency is being targeted at each point of the task and the second key principle is modularity. Regarding the first, clarity is in the eyes of the beholder. What may be clear to a designer may not be clear to a teacher. Thus, even if teachers are not involved in the design process, they should be encouraged to analyse existing tasks and attempt to connect task features to specific knowledge constructs and competencies they wish to promote. In fact, we have initial evidence of this possibility. Teachers who participated on our geometry program deliberately modified standard identification tasks which included only prototypical figures by adding non-prototypical figures in order to promote critical attribute reasoning. Regarding modularity, when a task is designed in such a way that it makes it simple for the teacher to vary one aspect while retaining others, the teacher can be flexible and think about what changes might be made as well as what changes should not be made in order to promote children's knowledge. We believe that a task designed with modularity can greatly influence teachers' adaptation of tasks and what they may learn about their students' knowledge. We qualify our yes by saying that even if a task is designed with both of the above principles, the teacher must be knowledgeable enough, both in mathematics and pedagogy, and in addition, have high self-efficacy, to make changes to a task that will promote children's knowledge. This is the on-going aim of professional development.

## ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by THE ISRAEL SCIENCE FOUNDATION (grant No. 654/10).

## REFERENCES

Baroody, A. J. (1987). *Children's mathematical thinking: A developmental framework for preschool, primary and special education teachers*. New York: Teachers College.

- Gelman, R. & Gallistel, C. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge: Harvard University Press.
- Henningsen, M. & Stein, M. K. (1997). Mathematical tasks and student cognition: Classroom-based factors that support and inhibit high-level mathematical thinking and reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(5), 524–549.
- Israel national mathematics preschool curriculum (INMPC)* (2008). Retrieved April 7, 2009 from [http://meyda.education.gov.il/files/Tochniyot\\_Limudim/KdamYesodi/Math1.pdf](http://meyda.education.gov.il/files/Tochniyot_Limudim/KdamYesodi/Math1.pdf)
- Nicol, C. & Crespo, S. (2006) Learning to teach with mathematics textbooks: how preservice teachers interpret and use curriculum materials. *Educational Studies in Mathematics*, 62(3), 331–355.
- Swan, M. (2007). The impact of task-based professional development on teachers' practices and beliefs: a design research study. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10, 217–237.
- Tirosh, D., Tsamir, P., Levenson, E., Tabach, M. & Barkai, R. (2011). Prospective and practicing preschool teachers' mathematics knowledge and self-efficacy: Identifying two and three dimensional figures. *17<sup>th</sup> MAVI (Mathematical Views) Conference*. Bochum, Germany. Retrieved May 7, 2012 from <http://www.ruhr-uni-bochum.de/ffm/Lehrstuehle/Roesken/maviarticles.html>
- Watson, A. & Mason, J. (2006). Seeing an exercise as a single mathematical object: Using variation to structure sense-making. *Mathematical Thinking and Learning*, 8(2), 91–111.
- Watson, A. & Sullivan, P. (2008). Teachers learning about tasks and lessons. In D. Tirosh & T. Wood (Eds), *Tools and resources in mathematics teacher education* (109–135). Sense Publishers: Rotterdam.

---

PESSIA TSAMIR, Pessia@post.tau.ac.il  
DINA TIROSH, Dina@post.tau.ac.il  
ESTHER LEVENSON, levenso@post.tau.ac.il  
RUTHI BARKAI, ruthi11@netvision.net.il  
MICHAL TABACH, tabachm@post.tau.ac.il  
Tel-Aviv University, Israel

## Obsahová analýza klíčových témat výzkumu v přírodovědném vzdělávání

*Martina Kekule*

### Abstrakt

Přehledový článek uvádí výsledky mezinárodních studií zaměřených na analýzu témat ve výzkumu přírodovědného vzdělávání. Výsledky byly získány na základě obsahových analýz článků publikovaných ve vybraných mezinárodních časopisech. Nejvíce pozornosti je věnováno zejména konceptuálním představám žáků, i když v posledních letech se výzkumníci začínají více zaměřovat na kontext učení se žáka. Analýza nejvíce citovaných článků v letech 1990–2007 ukazuje důraz zejména na badatelský přístup k výuce a s tím související argumentaci žáků v přírodovědně zaměřené výuce.

**Klíčová slova:** výzkumná témata, přírodovědné vzdělávání, scientometrie.

## Content Analysis of the Key Research Topics in Science Education

### Abstract

The paper presents an overview of results from the selected international studies dealing with the analysis of particular topics in science education. The results are based on content analysis of papers published in leading international journals. The main focus is on students' conceptual understanding, however, changes in favor of learning contexts of students have been identified. The analysis of highly cited papers published from 1990 to 2007 shows the focus on inquiry based science education and students' argumentation which is tightly connected with the inquiry based science education.

**Key words:** research topics, science education, scientometrics, inquiry based science education.



# 1 STUDOVANÉ PUBLIKACE

Výzkum v oblasti přírodovědného vzdělávání je v současné době vcelku dobře etablován u nás v rámci oborových didaktik a také v zahraničí. O dobrém zázemí a ukotvení tohoto výzkumu ve vědecké komunitě u nás svědčí např. vydávání časopisu *Scied*, který nabízí prostor pro společné fórum, na němž didaktici přírodovědných oborů a matematiky mají možnost sdílet nejnovější výsledky svých výzkumů. Kromě řady odborných časopisů zaměřených zejména na výzkum v oblasti přírodovědného vzdělávání (science education) vycházejí na mezinárodní úrovni od počátku 90. let 20. století také příručky, které sumarizují výsledky dosavadního bádání v této oblasti (např. Abell & Lederman, 2007; Gabel, 1994).

Každý výzkumný obor můžeme základně charakterizovat tím, co a jakým způsobem zkoumá; tedy jaká témata řeší a jaké metodologické postupy pro toto řešení volí. Jak témata, tak používané metodologické postupy, se v průběhu doby mění. Pohled na vědecký obor z určité meta roviny může být přínosný pro různé skupiny odborníků, kteří se zabývají přírodovědným vzděláváním. Například doktorandi či studenti učitelských oborů si mohou udělat obecnou představu o šíři a záběru celého oboru a lépe tak zasadit vlastní výzkumné téma do vědeckého kontextu studovaného oboru. Pro odborníky pohybující se v dané oblasti již delší dobu může být zajímavé např. sledování změn témat oboru a vývoje metodologických postupů.

Cílem článku je seznámit čtenáře jak s metodologií, tak s hlavními výstupy teoretických výzkumů, které z různých důvodů analyzovaly oblast výzkumu přírodovědného vzdělávání na mezinárodní úrovni. Článek se konkrétně zaměřuje na jeden aspekt didaktiky fyziky, a sice na charakteristiku výzkumu, který je pod hlavičkou tohoto oboru realizován. Předmětem výzkumu je obsahová analýza témat části příspěvku prezentovaného ve speciálním dvojčísle *Československého časopisu pro fyziku* věnovanému fyzikálnímu vzdělávání (Dvořák, Kekule & Žák, 2012).

Pro účely provedené rešerše byly články vyhledávány těmito způsoby:

- pomocí klíčových slov v databázi ISI Web of Knowledge,
- vyhledáváním v seznamu literatury již získaných relevantních článků a výběrem na základě názvu a obsahu abstraktu článku.

Do přehledu byly zahrnuty všechny články nalezené způsoby uvedenými výše. Samozřejmě je možné, že existují i články mimo okruh těchto uvedených. Přehled vybraných článků včetně jejich stručné charakteristiky uvádí tab. 1.

Kromě výše uvedených analýz zaměřených na mezinárodní odbornou komunitu (tab. 1) existuje ještě několik podobně zaměřených studií, ovšem pouze národního charakteru publikovaných v příslušně zaměřených časopisech. Jedná se o studie z Turecka (Goktas et al., 2012), Pobaltí (Bulent et al., 2012) a Asie (Tsai et al., 2011).

## 2 CÍLE A METODY ANALÝZ REALIZOVANÝCH VE STUDOVANÝCH PUBLIKACÍCH

### 2.1 CÍLE

Charakter výše uvedených studií (viz tab. 1) je teoretický a lze očekávat zejména u pragmaticky smýšlejících odborníků v komunitě poptávku po uvedení účelu a praktickém využití výsledků a výstupů daných studií. Stanovení důvodu provedení konkrétní analýzy také ovlivní samotnou formulaci výzkumných otázek.

Tab. 1: Přehled vybraných zahraničních článků zabývajících se výzkumem v oblasti přírodovědného vzdělávání a jejich charakteristika

Specifikace publikací	Studované publikace				
	White (1997)	McDermott (1999)	Tsai & Wen (2005)	Lee, Wu & Tsai (2009)	Chang, Chang & Tseng (2010)
Publikováno v časopise	RISE	Am. J. Phys.	IJSE	IJSE	J. Sci. Educ. Technol
Zaměření	Přírodní vědy	Fyzika	Přírodní vědy	Přírodní vědy	Přírodní vědy
Analyzované zdroje*	Databáze ERIC, dále časopisy SE, JRST, SSE, IJSE, RISE	Zejména články z American Journal of Physics a The Physics Teacher	Časopisy IJSE, JRST a SE	Časopisy IJSE, JRST a SE	Databáze ISI-Web of Knowledge
Počet analyzovaných článků	do 200	Není uvedeno	802	869	3 039
Období, ve kterém byly analyzované články publikovány	1975, 1985, 1995	Není uvedeno	1998–2002	2003–2007	1990–2007
Použitá metoda analýzy	Analýza klíčových slov v databázi ERIC provedená popisnou statistickou; analýza článků ve vybraných časopisech	Výběr hlavních článků v daných časopisech, sbornících konferencí. Výběr zaměřený na systematický výzkum v oblasti žákovského učení. Metoda výběru více nespecifikovaná.	Obsahová a citační analýza článků ve výše uvedených zdrojích. Posuzování subjektivních kategorií dvěma experty a počítána shoda mezi nimi.	Obsahová a citační analýza článků ve výše uvedených zdrojích. Posuzování subjektivních kategorií dvěma experty a počítána shoda mezi nimi.	Aplikace automatické analýzy obsahu – scientometrické metody založené zejména na shlukové analýze.

\*Použité zkratky časopisů:

SE – Science Education, JRST (Journal of Research in Science Teaching), SEE (Studies in Science Education), IJSE (International Journal of Science Education), RISE (Research in Science Education)

Účel analýz podle autorů výše uvedených studií je následující:

1. Identifikace struktury výzkumné oblasti „science education“ (Chang et al., 2010). Na mezinárodní výzkumnou scénu vstupuje mnohem více vědců z různých kulturních prostředí, čímž narůstá rozmanitost typů výzkumů a jejich témat. Z tohoto důvodu může být poměrně užitečné identifikovat hlavní trendy oboru či dokonce sledovat vývoj oboru v několika posledních dekadách (Jenkins, 2000; Tsai & Wen 2005; Lee, Wu & Tsai, 2009; Chang et al., 2010).
2. Identifikace příkladů dobré praxe a ne zcela metodologicky správně provedených výzkumů, což s sebou může přinést zlepšení kvality výzkumu v oblasti přírodovědného vzdělávání (Eybe, 2001).
3. Provedená analýza slouží jako východisko pro stanovení témat přehledových příruček.

Výzkumné otázky, které si kladli autoři prezentovaných studií, můžeme rozdělit do dvou kategorií. Jednak se týkají sociologického aspektu výzkumu v přírodovědném vzdělávání a odpovědi na ně by mohly sloužit například jako podklady pro strategickou podporu výzkumu. Jedná se například o tyto otázky: Jaké země produkují nejvíce článků? V jakých oblastech přírodovědného vzdělávání? Jaká je charakteristika výzkumníků / výzkumných institucí, kteří publikují články v oblasti „science education research“? Jaké země / jací autoři produkují nejvíce článků? Na jakou cílovou skupinu jsou dané výzkumy nejvíce zaměřeny? Druhá kategorie otázek se týká přímo vlastního obsahu výzkumu a odpovědi na tyto otázky mohou pomoci při rychlé orientaci v celé šíři oboru nebo při porozumění jeho rozvoji a vývoji. Jedná se například o tyto otázky: Jakými tématy se výzkum v přírodovědném vzdělávání zabývá? Jaké články jsou nejvíce citovány? Jaké typy článků jsou nejčastěji publikovány? Jaké výzkumné metody jsou v článcích nejčastěji uváděny? Následující přehled výzkumných otázek a hlavních závěrů z předchozích studií se drží tohoto dělení.

## 2.2 METODY

Pro představu, jak byly získány autorské výsledky prezentované v další kapitole, jaká jsou jejich interpretační omezení apod., jsou dále uvedeny dva hlavní přístupy použitých metod analýz. Nejnovější z prezentovaných studií (Chang et al., 2010), která byla z metodologického hlediska inspirována scientometrií (Braun, 2007), se snažila o značné zautomatizování prováděné analýzy. Obecný postup lze popsat následujícími kroky:

1. *Segmentace textu.* V databázi ISI Web of Knowledge obsahuje každý záznam okolo 40 údajů. Pro analýzu se typicky používá: název článku, autor, název časopisu, abstrakt, země, ze které autor pochází, rok publikace, počet citací apod.
2. *Zjišťování podobnosti* mezi dvojicí (shluky) článků na základě jejich společných charakteristik (typicky klíčových slov, citací). Chang et al. (2010) zjišťovali podobnost na základě společných citací, kde autoři vycházeli z předpokladu postulovaného scientometrií, tj. čím více společných citací mají dva články, tím více je pravděpodobné, že se články budou týkat stejného tématu. Pro výpočet podobnosti dvou článků ozn.  $X$  a  $Y$  je pak možné použít vzorec (Salton, 1989):

$$\text{podobnost } (X, Y) = 2 \frac{|C(X) \cap C(Y)|}{(|C(X)| + |C(Y)|)}, \text{ kde}$$

$C(X)$  je množina citací článku  $X$  a  $|C(X)|$  je počet těchto citací; analogicky pro  $Y$ . Podobnost se pak pohybuje v intervalu  $(0, 1)$ .

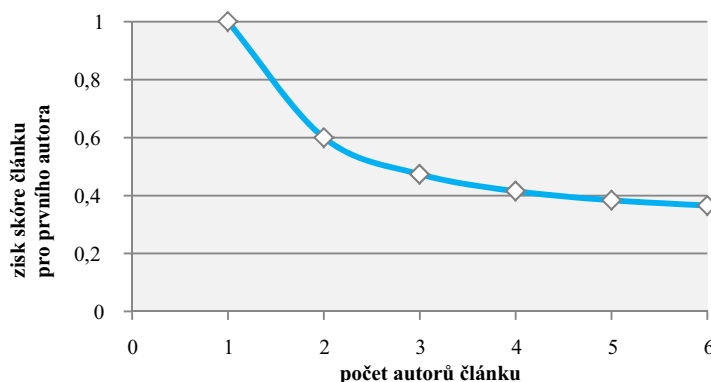
3. *Provedení shlukové analýzy* na daných datech.
4. *Vygenerování popisu shluků* a následná interpretace shluků. Toto je velmi důležitá součást celého procesu, neboť přiřadí nalezeným shlukům určitou nálepku, která již svým způsobem interpretuje získané výsledky. Jedním z možných postupů je použití technik text miningu. Chang et al. (2010) konkrétně identifikovali nejčastěji se opakující slova a slovní spojení v názvu a abstraktu článku, která dále na základě korelace s jednotlivými shluky seřadili a pro rozhodování o popisu shluku vybrali 5 nejvíce korelujících slov/slovních spojení.
5. *Vizualizace*. V rámci vícerozměrného škálování vytvoření mapy témat, která umožní posuzovat vztahy (vzdálenosti) mezi vytipovanými tématy.

Druhý ve svém principu odlišný přístup zvolili autoři studií (Tsai et al., 2005; Lee et al., 2009) z Tchaj-wanu, kde pro zjišťování různých výzkumných otázek klasifikovali články podle předem vytipovaných kategorií; klasifikace byla provedena alespoň dvěma posuzovateli.

Z výše uvedeného popisu je patrné, že v obecném metodologickém přístupu je zde velký rozdíl. Zatímco v prvním případě (popsaném v bodech 1–5) byly na základě analýzy daných článků identifikovány kategorie témat, v případě studií z Tchaj-wanu byly tyto kategorie arbitrárně stanoveny a dané články podle nich roztríděny. První metoda se tedy jeví jako vhodnější, i když je nutné podotknout, že ani zde se neoprostíme od procedur, které ve velké míře spoléhají na lidský (zde subjektivní) faktor. Například spoléhání se na klíčová slova znamená důvěru v přibližně jednotný přístup autorů článků k uvádění klíčových slov. Také označení („nálepkování“) vzniklých kategorií je poměrně klíčovým prvkem v celém procesu, který je opět závislý na tom, kdo tento proces provádí.

Pro další výzkumné otázky byly dále použity další dílčí metody. Vcelku zajímavý je přístup určení podílu autorů z různých zemí na celkové produkci článků. Vzhledem k dnes už zcela běžné spolupráci mezi výzkumnými týmy jsou články velmi často spoluprací několika autorů. Při výpočtu je tedy nutné nějak zohlednit míru spoluautorství. Možný přístup je uveden např. v publikaci (Tsai et al., 2005), který je pro prvního autora graficky ilustrován v grafu 1.

Graf 1: Zisk skóre článku (max. 1) pro prvního autora v závislosti na počtu autorů, dle vzorce viz Tsai et al. (2005)



Pokud chceme započítat body prvnímu autorovi článku, který má celkem 4 autory, první autor neobdrží celý 1 bod, ale pouze 0,4 bodu. Celkový počet bodů, který autor získá za všechny publikované články, je dán součtem počtu bodů získaných za jednotlivé články.

### 3 VÝSLEDKY VÝZKUMŮ

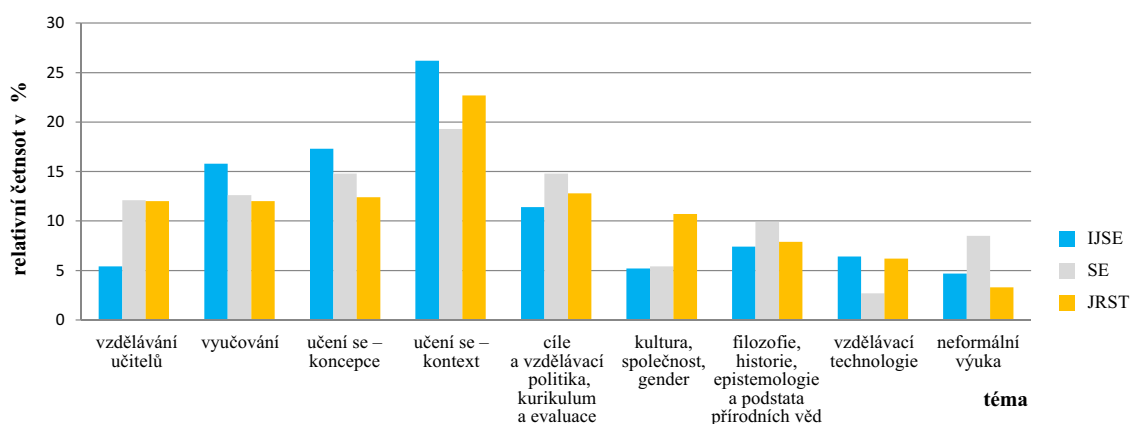
V následující kapitole jsou prezentována hlavní zjištění z analýz uvedených v tab. 1. V první podkapitole se jedná o témata, kterými se zabývá mezinárodní výzkum v přírodovědném vzdělávání. Navazující podkapitoly pak stručně informují o dalších typických charakteristikách tohoto výzkumu. Poslední podkapitola je věnována analýze nejvíce citovaných článků a výsledky jsou diskutovány vzhledem k výsledkům analýzy všech článků ve sledovaných časopisech.

#### 3.1 VÝZKUMNÁ TÉMATA

Jak už bylo uvedeno výše v odstavci 2.2, metodologicky při analýze témat, kterými se zabývá výzkum v přírodních vědách, velmi často dochází k arbitrárnímu stanovení určitých kategorií, následnému přiřazení článků k těmto kategoriím a provedení případných dalších analýz nad těmito daty. Podobný přístup je volen například i při sestavování koncepcí příruček o výzkumu v přírodovědném vzdělávání, jak uvádějí např. Abell & Lederman (2007). Takto explicitně stanovené kategorie jsou výsledkem shody některých odborníků v daném oboru. Tímto přístupem však můžeme dostat do určité míry zkreslené výsledky. Například vytvoříme kategorie, o jejichž důležitosti jsme přesvědčeni, které ale budou mít v realitě velmi malé zastoupení publikovaných článků. Zřejmě také asi velmi snadno vytvoříme nedisjunktní kategorie nebo opomeneme vyzdvihnout nějaké jiné společné téma publikovaných článků. I přes tyto metodologické problémy je daný způsob použit ve většině studií prezentovaných v tab. 1. Pro ilustraci je níže uveden přehled vytipovaných témat (Tsai & Wen, 2005). Autoři této studie převzali a následně upravili původní kategorie navržené výborem konference NARST na:

- *vzdělávání učitelů*: zahrnuje i pregraduální přípravu budoucích učitelů;
- *vyučování*: pedagogical content knowledge (didaktická znalost obsahu), formy reprezentace znalostí, jednání učitele, vyučovací strategie, metody a formy;
- *učení–koncepte*: týká se představ (již zmiňované prekoncepte) žáků v daném oboru a možnosti změny případných chybných představ (miskonceptů), zahrnuje např. metody zjišťování těchto představ žáků, přístupy ve výuce napomáhající ke změně chybných představ;
- *učení–kontext*: zahrnuje kontext třídy a charakteristiky učícího se žáka, např. motivaci žáka, učební prostředí, individuální rozdíly, přístupy k učení, hodnotovou složku učení se přírodním vědám, kooperativní výuku, interakci učitel–žák, atd.;
- *cíle a vzdělávací politika, kurikulum a hodnocení*: zahrnuje jak otázky týkající se návrhu kurikula, jeho způsobu začlenění do výuky apod., tak také otázky hodnocení učitelů, vytipování příkladů dobré praxe, apod.;
- *kultura, společnost a gender (rozdíly mezi pohlavími)*: zahrnuje také etnické otázky;
- *filozofie, historie, epistemologie a podstata věd*: zahrnuje také etické a morální otázky;
- *informační technologie ve vzdělávání*: počítače, multimédia a jejich integrace do výuky, hodnocení jejich využití ve výuce;
- *neformální výuka*: zahrnuje učení se v neformálním prostředí, např. science centra a dále popularizaci přírodních věd.

Relativní četnost zastoupení daných témat ve třech sledovaných časopisech (*Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching* a *International Journal of Science Education*) v letech 2003–2007 uvádí graf 2.



Graf 2: Zastoupení jednotlivých témat ve třech vybraných časopisech v období 2003–2007, graf je zpracován na základě dat v tab. 8 podle Lee et al. (2009)

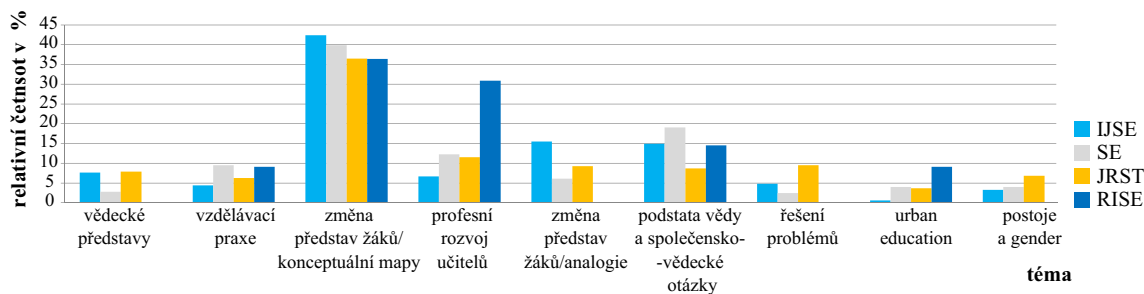
Prezentovaný výčet témat může připadat didaktikům jednotlivých přírodních oborů málo zaměřený na vlastní přírodovědný obor. Samozřejmě tento výčet uvádí pouze rámec výzkumu, ze kterého by se určitě neměl vytrátit přírodovědně zaměřený obsah jednotlivých předmětů. Jak uvádějí Abell a Lederman (2007) i Lee Shulman, který přišel s ideou „pedagogical content knowledge“ (u nás překládané jako didaktická znalost obsahu), varoval odborníky v oblasti přírodovědného vzdělávání, aby nedovolili vymizení „subject matter knowledge“ – znalosti obsahů vědního oboru (překlad termínu dle Nezvalová, 2011) při provádění výzkumu v oblasti vzdělávání.

Jaké jsou výsledky v případě, kdy témata vykrystalizují na základě analýzy citací, které uvádějí jednotlivé články? Nejsou tedy arbitrárně stanovena a odpovídají realitě publikovaných prací? Podle Chang et al. (2010) bylo na základě shlukové analýzy identifikováno následujících devět tematických okruhů výzkumu:

- vědecké představy;
- vzdělávací praxe;
- změna představ žáků/konceptuální mapy;
- změna představ žáků/analogie;
- profesní rozvoj učitelů;
- podstata vědy a společensko-vědecké otázky;
- řešení problémů;
- postoje a gender a dále
- urban education (problematika vzdělávání ve velkých městských aglomeracích, kde žáci navštěvující jednu školu/třídu pocházejí z velmi rozdílných kulturních, socio-ekonomických podmínek).

Relativní četnost zastoupení daných témat ve čtyřech sledovaných časopisech v letech 1990–2007 uvádí graf 3.

Jak již bylo zmíněno výše, je velmi nepravděpodobné, že bychom našli kategorie, které budou vzájemně disjunktní, ať už použijeme jakoukoli z výše popsanych metod. Autoři studie (Chang et al., 2010) použili metodu vícerozměrného škálování k tomu, aby zjistili, jak jsou tato vytipovaná témata blízko u sebe či nebo zda se překrývají. Graf uvedený v původním článku ukazuje, že poměrně blízko sebe se



Graf 3: Zastoupení jednotlivých témat ve čtyřech vybraných časopisech, graf je zpracován na základě dat v tab. 4 podle Chang et al. (2010)

nacházejí témata: *vzdělávací praxe*, *změna představ žáků/konceptuální mapy*, *profesní rozvoj učitelů* a *podstata vědy a společensko-vědní otázky*. Naopak poměrně vzdálenými tématy jsou: *postoje a gender* a dále „*urban education*“.

Při srovnání obou výčtů (dle Tsai et al., 2005; Chang et al., 2010) je zřejmé, že ve druhém případě chybí témata týkající se cílů, kurikula a vzdělávací politiky obecně, také neformální vzdělávání nebo alespoň popularizace vědy není explicitně zmíněna. Četnost výskytu těchto témat v Lee et al. (2009) a Tsai et al. (2005) byla však také velmi malá. Tato témata jsou tedy zřejmě v rámci výzkumu vnímána na jedné straně jako potřebná (výzkumná komunita vyzdvihla tato témata jako samostatnou kategorii), nicméně reálně těmto tématům přílišná pozornost věnována není.

Pro dokreslení celkového obrazu uvádím i přehled uváděných výzkumných témat pro ČR. Vzhledem k mému zaměření na didaktiku fyziky se z přírodovědných oborů omezím pouze na fyziku. Zde se návrhem výzkumných oblastí zabývala naposledy Nezvalová (2011: s. 184), která navrhuje identifikovat 3 hlavní oblasti a 5 podoblastí pro vlastní výzkum výuky:

1. analýzu vzdělávacího obsahu a jeho struktury,
2. výzkum výuky – vyučování a učení se:
  - (a) učení žáka,
  - (b) vyučování,
  - (c) učitelovo fyzikální myšlení a jednání,
  - (d) materiální prostředky ve výuce fyziky a metody výuky fyziky,
  - (e) hodnocení žáků,
3. výzkum v kurikulární tvorbě a didaktické transformace fyzikálního poznání.

Srovnáme-li podrobnější vymezení, které je uvedeno k jednotlivým oblastem s kategoriemi vytipovanými v Tsai et al. (2005), dostaneme velmi podobné vymezení oblastí. Nezvalová explicitně nezmiňuje jako samostatnou kategorii otázky týkající se genderu, nicméně zahrnuje je pod kategorií „učení žáka“. Zřejmě jediným opravdu vcelku opomenutým tématem je neformální výuka, které ovšem ani na mezinárodní scéně ve srovnání s ostatními tématy nebývá věnováno příliš pozornosti. Naproti tomu Nezvalová vyzdvihuje i výzkumné téma zaměřené na „komunikační proces v didaktice fyziky, na epistemologické a ontologické otázky didaktiky fyziky ve vztahu k problémům didaktické transformace“, čemuž v anglosaském pojetí přílišná pozornost věnována není.

Poznámku si ještě zaslouží poměrně nové téma genderu. Při vytipování kategorií se často ocitá v samostatné kategorii. Vzhledem k tomu, že se otázky ohledně

genderu vztahují k charakteristikám žáka, měli bychom je zahrnout do kategorie učení se / učení žáka, apod. Toto je také např. jedna z připomínek recenzentky Jiménez-Aleixandre (2011) a příručky *Handbook of Research on Science Education* (Abell et al., 2007). Nicméně zajímavé je, že i v rámci citační analýzy (Chang et al., 2010) se téma gender (spolu s postojí) vyprofilovalo do samostatné kategorie, a nadto ještě kategorie velmi vzdálené většině ostatních kategorií, což ukazuje na to, že tato témata nejsou příliš ve vztahu s ostatními. Články však byly shlukovány do skupin na základě podobnosti citovaných zdrojů, a tedy tato separace tématu „gender a postoje“ může ukazovat na svébytný okruh zdrojů.

Graf 2: Ukazuje zastoupení jednotlivých témat ve třech vybraných časopisech v období 2003–2007. Graf je zpracován na základě dat v tab. 8 podle Lee et al. (2009). Na první pohled je zřejmé, že rozdělení je pro všechny časopisy velmi podobné. Všechny časopisy uvádějí nejvyšší procento zastoupení článků, které se věnují kontextu učení. Na dalších dvou místech žebříčku v časopisech SE a JRST se objevují témata „učení se – koncept“ a „cíle a vzdělávací politika; kurikulum a evaluace“, zatímco v časopise IJSE bylo více prostoru věnováno tématu „vyučování“. Symboly: SE – Science Education, JRST – Journal of Research in Science Teaching, IJSE – International Journal of Science Education.

Graf 3: Ukazuje zastoupení jednotlivých témat ve čtyřech vybraných časopisech. Graf je zpracován na základě dat (viz Chang et al., 2010: tab. 4). Na první pohled je zřejmé, že rozdělení je pro všechny časopisy velmi podobné, pouze Research in Science Education se více soustředí na profesní rozvoj učitelů a naopak téměř nebyly v tomto časopise ve sledovaném období 1990–2007 zaznamenány žádné články týkající se řešení problémů, explicitně zaměřené na postoje a gender. Symboly: SE – Science Education, JRST – Journal of Research in Science Teaching, IJSE – International Journal of Science Education, RISE – Research in Science Education.

Nejvíce populární téma se bezpochyby týká prekonceptů a miskonceptů. V publikaci Chang et al. (2010) se téma „*změna představ žáků/konceptuální mapy*“ nachází v celém sledovaném rozmezí let 1990–2007 na prvním místě pomyslného žebříčku, a to i přes zaznamenaný pokles od začátku nového tisíciletí. Toto téma zahrnuje například identifikaci prekonceptů a miskonceptů žáků týkajících se jednotlivých přírodovědných oborů a podoborů. Konkrétní zjištění dostupná pro české prostředí je možné nalézt např. v Mandíková & Trna (2011). Dále sem patří hledání a návrh možností změny miskonceptů u žáků v rámci výuky nebo třeba práce s pojmovými mapami v přírodovědném vzdělávání. Podle Chang et al. (2010) bylo tomuto tématu v analyzovaných časopisech věnováno průměrně 30 článků za rok. V současné době se ukazuje určitá nasycenost tématu, což nutně neznamená „vyřešení“ problematické oblasti a například nalezení nějaké efektivní strategie učení a vyučování. Během minulých let bylo hodně prostoru věnováno zejména diagnostice, což s sebou nese množství vytvořených spolehlivých měřicích nástrojů (nejčastěji dotazníků) a následnou identifikaci nesprávných představ žáků sledovaných již od primárního stupně vzdělávání. V současné době můžeme zaznamenat příklon k tématům týkajícím se kontextu učení žáka (tj. motivace žáka, charakteristiky učebního prostředí, individuální rozdíly mezi žáky atd.), který, jak hypotetizuje Lee (2009), je možná důsledkem předchozích výzkumných aktivit v oblasti představ/konceptů žáků.

Od roku 2000 se velmi významně zvýšil počet publikací věnovaných vzdělávání učitelů v přírodních vědách (Chang et al., 2010). Konkrétně na začátku 90. let byly v analyzovaných časopisech průměrně publikovány dva články týkající se tohoto tématu za rok. Od roku 2002 se pohybuje tento počet v rozmezí 16 až 27 článků ročně.



### 3.2 TYPY VÝZKUMŮ, KTERÉ JSOU REALIZOVÁNY V MEZINÁRODNÍM VÝZKUMU V PŘÍRODOVĚDNÉM VZDĚLÁVÁNÍ

Většina studií uvedených v tab. 1 se zaměřila na zjišťování výzkumných témat v oblasti přírodovědného vzdělávání. Podrobnější analýza publikovaných článků se tedy dotýká zejména obsahového zaměření článků. Nicméně také může být zajímavé podívat se na prezentované výzkumy z metodologického hlediska. V první řadě se jedná o zjištění typů publikovaných výzkumů. Další možností je detailnější analýza podle (White, 1997):

- konkrétní nezávislé proměnné (vyučovací metoda/kurikulum, pohlaví, věk a další)
- typu závislé proměnné (poznávací, hodnotová, ...)
- metody sběru dat (rozhovor, dotazník, test, pozorování, ...).

V podstatě vcelku nepřekvapivé je zjištění, že drtivá většina článků z posledních let informovala o empirickém výzkumu. Např. dle Lee (2009) se v letech 1998–2007 jednalo o 87 % článků. Tzv. position papers nebo články věnované teoretickému výzkumu tvořily dohromady necelých devět procent, recenze tři procenta. White (1997) při analýze časopisu *Research in Science Education* v letech 1975–1995 zaznamenal nárůst článků publikujících popisný výzkum (z počtu 1 článku v roce 1975 na počet 14 článků v roce 1995).

### 3.3 PRODUKCE PUBLIKACÍ Z HLEDISKA ZEMĚPISNÝCH REGIONŮ

V uvažovaných časopisech (*Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching*, *Studies in Science Education*, *International Journal of Science Education*, *Research in Science Education*) nejvíce publikují autoři z anglofonních rozvinutých zemí světa, konkrétně z USA, Velké Británie, Austrálie a Kanady. V letech 1998–2002 tyto země do uvedených časopisů přispěly celkem více než 70 % článků. V následujících pěti letech to nicméně bylo již téměř o 10 % méně. Rozložení příspěvků od této skupiny zemí se mezi jednotlivými časopisy poměrně lišilo (od 61 % v *International Journal of Science Education* až po 86 % v *Journal of Research in Science Teaching*).

Důvody, proč v drtivé většině mezinárodní prostor pro vědeckou komunikaci, který články jistě vytvářejí/poskytují, okupují zejména výše uvedené země, mohou být různé. Gilbert (2006) za ně jistě považuje jazyk a možná také podmínky, které daná země vytváří pro provádění kvalitního výzkumu, který může být prezentován na mezinárodní úrovni. Zde je důležitou otázkou k diskusi, co je kvalitní výzkum, jaké metodologické přístupy jsou dobré. Jiménez-Aleixandre (2011) v této souvislosti používá slovní spojení „výzkumná tradice“: „měly by být brány v úvahu studie prováděné v různých částech světa, protože zde existují různé výzkumné tradice, teoretické rámce, sociální kontexty, a výměna nás činí moudřejšími.“ Zcela nepochybně je oblast vzdělávání v každé zemi spjatá zejména se společností, pro kterou je určitou službou, a tento rozdílný sociální kontext se pak může promítat i do rozdílných přístupů k řešení výzkumných problémů. Nicméně i tak je třeba od vědeckého přístupu očekávat posouzení validity a reliability (případně transparentnosti v případě kvalitativních výzkumů) získaných výsledků, což může být chápáno jako jeden z požadavků na určitou kvalitu výzkumu.

Mimo výše uvedené anglofonní země se na mezinárodní scéně častěji objevují i články z těchto zemí (umístily se v první desítce pořadového žebříčku): Izrael, Španělsko, Tchaj-wan, Jižní Afrika, Nizozemí, Německo. Během let 2003–2007 se

v podobně sestaveném žebříčku objevilo také Turecko, a to na úkor Německa. Jak bylo uvedeno výše, metodika vůbec nezohledňuje počet obyvatel (ať už celkový, zahrnutý do oblasti přírodovědného vzdělávání apod.).

Podobné výsledky zastoupení jednotlivých zemí uvádí i Chang (2010). Celkově v časopisech *Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching*, *International Journal of Science Education*, *Research in Science Education* publikovali své příspěvky autoři z 83 zemí (v letech 1990–2007). První čtyři místa patří opět USA, Velké Británii, Austrálii a Kanadě. Při provedení podrobnější analýzy podle vytipovaných témat se často do popředí dostal také Izrael (konkrétně s důrazem na témata: vědecké představy, řešení problémů).

Na základě dat je také možné stanovit žebříčky nejproduktivnějších autorů. Konkrétně v Chang (2010) vytypovali Kennetha Tobina a Wolffa-Michaela Rotha. Pro ilustraci uvádím výstupy hodnotící kvalitu vědeckého pracovníka dle současných scientometrických postupů získané pomocí ISI Web of Knowledge (viz tab. 2).

Tab. 2: Příklad scientometrického profilu K. Tobin a W. M. Roth z ISI Web of Knowledge k 10. 1. 2013

	Počet uvažovaných záznamů	Celkový počet citací bez autocitací	Průměrný počet citací na záznam	Hiršův index
Kenneth Tobin	78	1 088	15,29	20
Wolff-Michael Roth	193	1 093	13,42	29

### 3.4 ANALÝZA HIGHLY-CITED PAPERS

Analýzy zabývající se výzkumnými tématy v oblasti přírodovědného vzdělávání, jejichž výsledky byly uvedeny v části 3.1, vycházely zejména z kritéria počtu článků. Zcela nepochybně toto kritérium může indikovat určitou závažnost nějakého tématu vnímanou odbornou komunitou. Nicméně do daného počtu článků zahrneme články více i méně kvalitní. Některým tématům mohou odpovídat výzkumy více či méně náročné na čas, finanční prostředky apod., což opět může zpětně ovlivnit prováděnou i publikovanou výzkumnou činnost. Při podrobnější analýze výzkumných témat tedy můžeme také pozornost obrátit k význačným pracem – článkům v oboru. Typickou možností, jak definovat význačné články v oboru, je počet citací těchto článků během daného období. Výstupy této analýzy prezentované ve studiích (Tsai et al. 2005; Chang et al., 2010; Lee et al., 2009) jsou uvedeny dále. Další možností je odvolat se na autoritu v dané oblasti a vyslechnout její názor. Takto se například na oblast přírodovědného vzdělávání můžeme podívat skrze výběr zajímavých článků z let 1985–2005 vybraných Johnem Gilbertem (2006), profesorem na University of Reading.

Určení počtu článků, které budeme považovat za nejvíce citované, je smysluplné založit na dostatečné citovanosti těchto článků. Většinou se uvažuje prvních deset až třicet článků, které nejvíce naplňují dané kritérium. Např. Lee et al. (2009) vybrali 3 % článků v časopisech (viz seznam níže) s největší průměrnou roční citovaností. Takto vybrané články byly v průměru citovány alespoň čtyřikrát za rok. Z impact faktoru daných časopisů vyplývá průměrná citovanost článku 0,815krát v roce 2006, takže je možné vybrané články považovat za velmi citované. Pro další analýzu jsou použity jednak články vytipované ve studiích uvedených v tab. 1. Pro účely této

analýzy byly dále vybrány nejvíce citované články z oblasti science education research z celé databáze ISI Web of Knowledge. Výběr byl proveden následujícím způsobem: Přes čtyři tisíce vyhledaných článků (dle kritérií v bodě 4 v číslovaném seznamu níže) bylo seřazeno podle celkového počtu citací. Z prvních 500 článků byly následně vybrány ty, které měly roční průměrnou citovanost větší než 10. Celkem tak bylo vytipováno 26 článků.

Konkrétní prezentované výsledky se týkají analýzy

1. 31 nejvíce citovaných článků v letech 1998–2002 a 20 nejvíce citovaných článků z let 2003–2007 v časopisech: *Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching* a *International Journal of Science Education* (Lee et al., 2009)
2. 10 nejvíce citovaných článků z let 2008–2012 v časopisech viz výše (Lin et al., 2013)
3. 10 nejvíce citovaných článků z let 1998–2012 v časopisech viz výše (Lin et al., 2013)
4. 26 článků nejvíce citovaných článků z let 1998–2012 z databáze ISI Web of Knowledge společnosti Thomson & Reuters při vyhledávacích kritériích: topic="science education" and language=english and document types=article (původní analýza).

Konkrétní bibliografické údaje o člancích lze nalézt buďto v původní literatuře nebo v příloze.

Jak je uvedeno výše, při analýze všech článků se jako nejčtenější téma jeví téma zabývající se koncepty/představami žáků ve fyzice. Dále můžeme zaznamenat vzrůstající tendenci zájmu o profesní přípravu učitelů. Nejvíce citované články se zabývají poněkud odlišnými tématy. Velmi akcentovaným tématem je argumentace, ať už se jedná o vědeckou argumentaci nebo třeba o zkoumání tzv. „informal reasoning“ žáků, které by ale bylo možné zařadit také do tématu prekonceptů. Např. z deseti nejvíce citovaných článků v letech 1998–2012 se čtyři zabývaly právě tímto tématem (Lin, 2013). Konkrétně články s těmito nadpisy: *Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms*, *Enhancing the quality of argumentation in school science*, *Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics* a *TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse*.

Dále se do popředí dostává související a širší téma, a sice badatelská metoda vyučování, a to zejména v posledních pěti letech. Je možné očekávat, že tato metoda vyučování bude ve středu zájmu v oblasti přírodovědného vzdělávání i nadále (Lin, 2013). Jednou z problematických oblastí použití této metody ve výuce je zřejmě hodnocení, proto není zcela překvapivé, že mezi nejvíce citovanými články se objevuje článek vymezující možný teoretický rámec pro toto hodnocení (*Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks*). V posledních letech se také více do popředí dostává důraz na obsah výuky zaměřený nejen na znalosti (zde v širším slova smyslu) „z“ přírodních věd, ale také na znalosti „o“ přírodních vědách. Tedy kromě zjišťování představ žáků a studentů o různých přírodovědných principech se pozornost výzkumu zaměřuje také na představy žáků o fungování/práci přírodních věd. Viz například často citované články: *Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science* (Lederman, Abd-El-Khalic & Bell, 2002), *What ideas-about-science should be taught in school science? – A Delphi study of the expert community* (Osborn, Collins & Ratcliffe, 2003) a *Understanding students'*

*practical epistemologies and their influence on learning through inquiry* (Sandoval, 2005).

Mezi nejvíce citovanými články s větší pravděpodobností nalezneme články rešeršní/přehledové. Zvolená témata těchto článků opět dobře indikují témata, která jsou v popředí zájmu výzkumníků. Jedná se o tyto články: *Attitudes toward science: a review of the literature and its implications* (Osborn & Collins, 2003), *The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century* (Hofstein & Lunetta, 2004), *Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research* (Sadler, 2004), *A thematic review of 'energy' teaching studies: focuses, needs, methods, general knowledge claims and implications* (Kurnaz & Calik, 2009).

Z hlediska typu výzkumu se v podstatě polovina nejvíce citovaných článků z let 1998–2007 týkala empirických studií. Pokud do statistiky zahrneme všechny články, pak empirických studií bylo 87 %. V případě nejvíce citovaných článků se jedná (záleží na daném časovém rozmezí) pouze o 60–70 %. V případě nejvíce citovaných článků je také mnohem větší zastoupení kvalitativních studií, v letech 1998–2012 dvě třetiny, v letech 2003–2007 dokonce tři čtvrtiny (Lee et al., 2009). To není překvapující závěr, pokud uvážíme, že právě kvalitativní výzkum je obecně používán k odhalování možných principů a tvorbě hypotéz.

## 4 ZÁVĚR

Výzkum v přírodovědném vzdělávání je realizován v mnoha zemích po celém světě s různým kulturním prostředím (v širokém slova smyslu), pro představu hlavních trendů byla provedena rešerše pěti studií mapujících výzkumné aktivity v oblasti přírodovědného vzdělávání na mezinárodní scéně; konkrétně se jednalo o analýzu publikací ve vybraných mezinárodních časopisech. Nejvíce článků zde prezentují autoři z angloamerického prostředí, nicméně v první pětici pomyslného žebříčku lze zaznamenat i Izral, Španělsko, Tchajwan, v současnosti Turecko. Tematické zaměření výzkumů v minulých letech bylo zaměřeno nejvíce na prekoncepty a miskoncepce žáků ohledně přírodovědných principů/konceptů. V současné době je už zaznamenáván pokles publikovaných prací zabývajících se tímto tématem a začíná být věnována větší pozornost kontextu učení se žáka (např. motivaci žáků, učebnímu prostředí, individuálním rozdílům mezi žáky apod.). Od roku 2000 je také více výzkumů zaměřeno na vzdělávání učitelů přírodních věd. Nejvíce citované články se týkají odlišných témat, zejména jde o vědeckou argumentaci žáků a související širší téma badatelské metody vyučování. Z metodologického hlediska je drtivá většina výzkumů empirických, v současné době je zaznamenán nárůst článků prezentujících popisný výzkum. Mezi nejvíce citovanými články je větší procento kvalitativních studií. Realizovaný přehled výzkumné činnosti v přírodovědném vzdělávání vzhledem k počtu zastoupení autorů z jednotlivých zemí prezentuje zřejmě zejména angloamerický přístup. Může posloužit jako inspirace pro bádání v didaktikách přírodovědných předmětů u nás, tam, kde to bude účelné a nenásilné vzhledem k našemu národnímu vzdělávání.

# PŘÍLOHA – SEZNAM NEJVÍCE CITOVANÝCH ČLÁNKŮ V LETECH 1998–2012

## Příloha I

Seznam nejvíce citovaných článků v letech 1998–2012




Seznam pochází z databáze ISI Web of Knowledge společnosti Thomson & Reuters, při vyhledávacích kritériích viz níže. Údaje o počtu citací jsou ke dni 17. 1. 2014. Články jsou uvedeny v pořadí podle průměrné citovanosti za rok. Do seznamu byly zahrnuty články, které byly průměrně citovány alespoň 10x za rok.

Vyhledávací kritéria:

**TOPIC:** ("science education") AND **LANGUAGE:** (English) AND **DOCUMENT TYPES:** (Article) Timespan=1998–2012. Indexes=SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI.

Název	Časopis	Rok	Počet citací celkový	Průměrný počet citací za rok	Počet citací rozložený v letech 1998–2012
Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses	AMERICAN JOURNAL OF PHYSICS	1998	664	39,06	
Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms	SCIENCE EDUCATION	2000	373	24,87	
The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century	SCIENCE EDUCATION	2004	238	21,64	
Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science	JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING	2002	242	18,62	
The effectiveness of problem-based learning supported with computer simulations on academic performance about buoyancy	ENERGY EDUCATION SCIENCE AND TECHNOLOGY PART B-SOCIAL AND EDUCATIONAL STUDIES	2011	73	18,25	
Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks	SCIENCE EDUCATION	2002	222	17,08	
Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics	JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING	2002	219	16,85	
TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse	SCIENCE EDUCATION	2004	178	16,18	

Teaching science process skills in kindergarten	ENERGY EDUCATION SCIENCE AND TECHNOLOGY PART B- SOCIAL AND EDUCATIONAL STUDIES	2011	59	14,75	
Research of efficacy of web supported science and technology material developed with respect to constructivist approach	ENERGY EDUCATION SCIENCE AND TECHNOLOGY PART B- SOCIAL AND EDUCATIONAL STUDIES	2011	56	14	
How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy	SCIENCE EDUCATION	2003	166	13,83	
Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research	JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING	2004	151	13,73	
Retrieval Practice Produces More Learning than Elaborative Studying with Concept Mapping	SCIENCE	2011	54	13,5	
Science faculty's subtle gender biases favor male students	PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA	2012	40	13,33	
Where's the evidence that active learning works?	ADVANCES IN PHYSIOLOGY EDUCATION	2006	111	12,33	
Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse	SCIENCE	2010	60	12	
What ideas-about-science" should be taught in school science? - A Delphi study of the expert community"	JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING	2003	143	11,92	
Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry	SCIENCE EDUCATION	2004	131	11,91	
Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy	BIOSCIENCE	2009	71	11,83	
Remedying science student teachers' misconceptions of force and motion using worksheets based on constructivist learning theory	ENERGY EDUCATION SCIENCE AND TECHNOLOGY PART B- SOCIAL AND EDUCATIONAL STUDIES	2011	46	11,5	
Inquiry-Based Science Instruction-What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002	JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING	2010	56	11,2	
Policy implementation and cognition: Reframing and refocusing implementation research	REVIEW OF EDUCATIONAL RESEARCH	2002	144	11,08	
A thematic review of 'energy' teaching studies: focuses, needs, methods, general knowledge claims and implications	ENERGY EDUCATION SCIENCE AND TECHNOLOGY PART B- SOCIAL AND EDUCATIONAL STUDIES	2009	64	10,67	

When static media promote active learning: Annotated illustrations versus narrated animations in multimedia instruction	JOURNAL OF EXPERIMENTAL PSYCHOLOGY-APPLIED	2005	104	10,4	
Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry	SCIENCE EDUCATION	2005	101	10,1	
Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education	JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING	2001	141	10,07	

## LITERATURA

Abell, S. K. & Lederman, N. G. (2007). *Handbook of research on science education*. Londýn: Routledge.

Braun, T. (2007). Evaluations of individual scientists and research institutions: scientometrics guidebooks series. *A selection of papers reprinted from the journal scientometrics*. Hungary: Akademiai Kiado.

Bulent, C., Pinar, C., Yasemin, O., Rannikmae, M. & Ertepinar, H. (2012). Research trends in science education from the perspective of Journal of Baltic Science Education: A content analysis from 2002 to 2011. *Journal of Baltic Science Education*, 11(1), 94–102.

Dvořák, L., Kekule, M. & Žák, V. (2012). Výzkum v oblasti fyzikálního vzdělávání – co, proč a jak. *Československý časopis pro fyziku*, 62(5–6), 325–330.

ERIC — the Education Resources Information Center. (cit. 2013–03–15). Dostupné z <http://www.eric.ed.gov/>

Eybe, H. & Schmidt, H. J. (2001). Quality criteria and exemplary papers in chemistry education research. *International Journal of Science Education*, 23(2), 209–225.

Gabel, L. D. (1994). *Handbook of research on science teaching and learning*. MacMillan Reference Books.

Gilbert, J. (Ed.) (2006). *Science education: Major themes in education*. London/New York: Routledge.

Goktas, Y., Hasancebi, F. & Varisoglu, B. et al. (2012). Trends in educational research in Turkey: A content analysis. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 12(1), 455–459.

Hofstein, A. & Lunetta, V. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54.

Chang, Y., Chang, Ch. & Tseng, Y. (2010). Trends of science education research: An automatic content analysis. *Journal of Science Education and Technology*, 19(4), 315–331.

Jenkins, E. W. (2000). Research in science education: time for a health check? *Studies in Science Education*, 35, 1–26.

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2011). Sandra K. Abell and Norman G. Lederman (Eds.): Handbook of research in science education. *Science & Education*, 20(5–6). Dostupné z DOI 10.1007/s11191-010-9294-3

Kurnaz, M. & Calik, M. (2009). A thematic review of ‘energy’ teaching studies: focuses, needs, methods, general knowledge claims and implications. *Energy Education Science and Technology, Part B — Social and Educational Studies*, 1(1–2).

Lederman, N., Abd-El-Khalick, F. & Bell, R. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners’ conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521.

Lee, M., Wu, Y. & Tsai, Ch. (2009). Research trends in science education from 2003 to 2007: A content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 31(15), 1999–2020.

Lin, T., Lin, T. & Tsai, Ch. (2013). Research trends in science education from 2008 to 2012: A systematic content analysis of publications in selected journals. *International*



*Journal of Science Education*, 36(8), 1 346–1 372. Dostupné z DOI:10.1080/09500693.2013.864428

Mandíková, D. & Trna, J. (2011). *Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky*. Brno: Paido.

McDermott, L. C. (1999). Resource letter: PER-1: Physics education research. *American Journal of Physics*, 67(9), 1–4.

Nezvalová, D. (2011). Didaktika fyziky v České republice: trendy, výzvy a perspektivy. *Pedagogická orientace*, 21(2), 171–192.

Osborn, J. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1 049–1 079.

Osborn, J., Collins, S. & Ratcliffe, M. (2003). What ideas-about-science “should be taught in school science? — A Delphi study of the expert community”. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692–720.

Sadler, T. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536.

Sandoval, W. (2005). Understanding students’ practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, 89(4), 634–656.

Scientia in educatione: sciED. ISSN 1804-7106. [cit. 2013–03–14]. Dostupné z <http://www.scied.cz/>

Tsai, C.-C. Wen, L. M. C. (2005). Research and trends in science education from 1998 to 2002: A content analysis of publication in selected journals. *International Journal of Science Education*, 27, 3–14.

Tsai, C.-C., Wu, Y.-T. & Lin, Y.-C. et al. (2011). Research regarding science learning in Asia: An analysis of selected science education journals. *Asia Pacific Education Researcher*, 20(2), 352–363.

Web of Knowledge. THOMSON REUTERS. [cit. 2013–03–15]. Dostupné z <http://apps.webofknowledge.com/>

White, R. (1997). Trends in research in science education. *Research in Science Education*, 27(2), 215–221.

Žák, V. & Kekule, M. (2012). *Teoretická a metodologická opora didaktiky fyziky – koncepce vznikající publikace*. Příspěvek prezentován na jubilejní 10. konferenci ČAPV konané 10.–12. září v Praze.

---

MARTINA KEKULE, [martina.kekule@mff.cuni.cz](mailto:martina.kekule@mff.cuni.cz)  
Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta  
Katedra didaktiky fyziky  
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha, Česká republika

## Výzkum pomocí oční kamery ve fyzikálním vzdělávání

*Martina Kekule*

### Abstrakt

Rešeršní článek představuje metodu oční kamery a její využití ve výzkumech ve fyzikálním vzdělávání. Oční kamera se poměrně často využívá ve výzkumu marketingu, medicíně, výzkumu čtení, vzdělávání sportovců apod.; v oblasti fyzikálního vzdělávání je použití této výzkumné metody poměrně vzácné. Článek uvádí přehled pěti studií, které se zaměřily na přístupy žáků při řešení úloh z mechaniky nebo elektřiny a magnetismu. Navíc uvádí jednu studii z oblasti vzdělávání v biologii. Metoda byla použita jak pro kvalitativní, tak pro kvantitativní typ výzkumu. Nejčastěji byly porovnávány charakteristiky očního zkoumání vizuálního materiálu pro výkonově různě úspěšné skupiny žáků. Zkoumání byli studenti převážně z VŠ v počtu 11–43. Získané výsledky naznačují několik rozdílů v přístupu mezi žáky s horším a lepším výkonem. Limity metody jsou uvedeny v závěrečné části.

**Klíčová slova:** oční kamera, fyzikální vzdělávání, fyzika, mechanika, elektřina a magnetismus, řešení úloh.

## Eye-Tracking Research Method in Physics Education Research

### Abstract

The paper presents eye-tracking research method and its use in physics education research. The method is widely used in marketing, reading research, in sportsmen education etc., however in PER it is rarely used. The paper presents five studies (and one more from biology education), which concerned students' problem solving (mechanics and electricity). The method was used for both qualitative and quantitative form of research. The most often used comparison of characteristic connected with eye focus was provided. Students prevalently studying at universities were tested; a number of a sample ranged 11–43. The results show several differences between high and low performing students. Limits of the method are presented as well.

**Key words:** eye-tracker, physics education, mechanics, electricity and magnetism, problem solving.

# 1 ÚVOD

Cílem článku je představit metodu výzkumu pomocí oční kamery (angl. eye-tracker) a její aplikace ve výzkumu fyzikálního vzdělávání. Oční kamera umožňuje sledovat pohyb očí pokusné osoby při prohlížení obrázku, čtení textu, sledování videa nebo při pohybu v nějaké reálné situaci (např. ve třídě). Konkrétně můžeme pomocí kamery „objektivně sledovat kognitivní pochody zkoumané osoby: jaké podněty vyhledávala, v jakém pořadí je studovala, kolik času jim věnovala a zda se k nim vracela“ (Lukavský, 2005). Oční kamera se poměrně často využívá ve výzkumu v marketingu nebo v medicíně; v oblasti vzdělávání pak zejména při výzkumu čtení a vzdělávání sportovců; pro zkoumání obecných dovedností/strategií při poznávání tuto metodu využívá kognitivní psychologie. Jak uvádí Duchowski (2002), úplné začátky této metody (angl. eye-tracking) spadají už do konce 19. stol. Moderní bezbolestné přístroje se používají přibližně od 70. let minulého století. V oblasti výzkumu fyzikálního vzdělávání jsou studie prováděné pomocí oční kamery velmi vzácné (Smith, 2010) a to nejen v ČR, ale i v celosvětovém měřítku. Vzhledem k tomu, že je metoda zřejmě užitečně využívána v různých oblastech zabývajících se vzděláváním, může být přínosné začlenit ji i do výzkumu výuky přírodovědných předmětů. V článku je nejprve stručně představena metoda a přesnost sběru dat a dále jsou prezentovány konkrétní příklady aplikace této metody ve výzkumu v oblasti přírodovědného/fyzikálního vzdělávání. Důraz je kladen zejména na představení možných výzkumných přístupů.

## 2 SLEDOVÁNÍ OČNÍCH POHYBŮ JAKO METODA VÝZKUMU

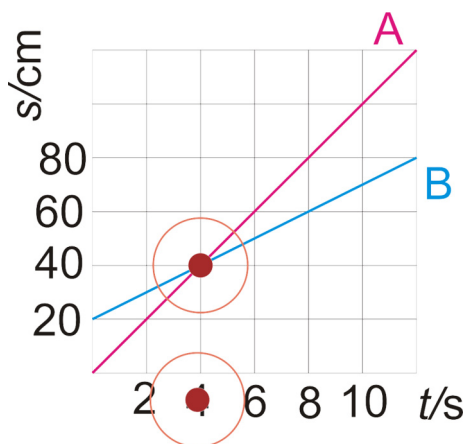
### 2.1 PRINCIP METODY

Při použití oční kamery sledujeme pozici očí zkoumané osoby při pohledu na konkrétní prezentovaný vizuální materiál (obrázek, text, video apod.). Ve většině případů bude proband sledovat oblast zájmu tak, aby obraz dopadal na sítnici na oblast nejostřejšího vidění, což je právě zaznamenaná pozice očí. Nicméně předpoklad, že pokusná osoba zaměřuje pozornost právě na toto místo, nemusí být vždy správný. Jak naznačuje např. holistický model vnímání obrazového materiálu, experti nepotřebují klíčovou informaci zobrazit pomocí nejostřejší oblasti vidění, ale jsou schopni získat informaci i ze vzdálených oblastí neostrého vidění. V rámci ostrých oblastí vidění rozlišujeme na sítnici tři části: foveolu (průměr 0,4 mm); foveu (průměr 1,5 mm) a žlutou skvrnu/maculu (průměr 5 mm). Tyto oblasti po řadě odpovídají 1,3°, 5° a 16,7° zorného pole (Duchowski, 2006). Obvykle se za oblast nejostřejšího vidění považuje oblast do 1° zorného pole. Tab. 1 uvádí přehled velikosti plošky (charakterizované průměrem), kterou na monitoru vnímá pokusná osoba ostře. V pásmu nejostřejšího vidění je kruh s poloměrem cca 1–1,5 cm. Vymezení konkrétní oblasti při pohledu na graf v úloze uvádí obr. 1. Výsledky použité metody jsou tedy ovlivněny nejen přesností záznamu techniky (hraje roli zejména v případě interaktivních aplikací), ale při jejich interpretaci je také nutné brát v úvahu mechanismus vidění probanda. Dále výstupy ovlivňuje algoritmus použitý pro zpracování vstupních dat (identifikování fixací – viz dále).

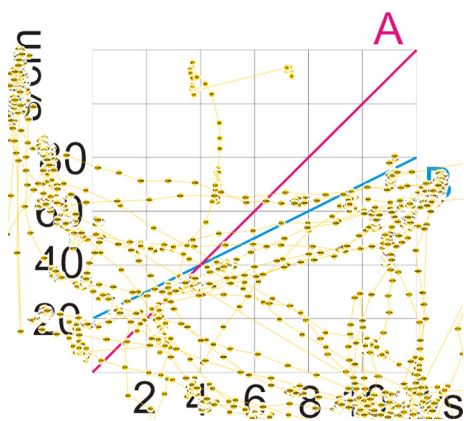
Frekvence snímání očí závisí na typu kamery, běžně se využívá 60 Hz, 300 Hz, pro výzkumy čtení 500 Hz. Například při frekvenci 300 Hz je zaznamenána poloha očí

Tab. 1: Velikost plošky na monitoru, kterou pokusná osoba sedící v různé vzdálenosti od prezentovaného média vnímá ostře

úhel [°]	úhel [rad]	vzdálenost k obrazovce [cm]	průměr plošky [cm]
1,3	0,0227	50	1,13
1,3	0,0227	65	1,47
1,3	0,0227	70	1,59
5,0	0,0873	50	4,36
5,0	0,0873	65	5,67
5,0	0,0873	70	6,11



Obr. 1: Ilustrace oblasti nejostřejšího vidění (foveola červený kruh, fovea oranžová kružnice) při pohledu na průsečík křivek A a B a na číslici 4 na grafu při konkrétním experimentu

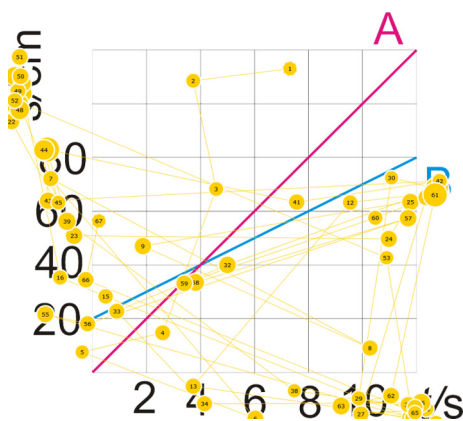


Obr. 2: Vyznačení pozic očí zaznamenaných během experimentu (tzv. gaze plot) pro hrubá data (experiment byl proveden autorkou článku pomocí oční kamery Tobii TX300)

každé 3,3 ms. Vyznačení jednotlivých pozic očí během experimentu, kdy pokusná osoba sledovala graf uvedený v obr. 1, ilustruje obr. 2. Při zvětšení jsou patrná i pořadová čísla jednotlivých pozic.

Pozice očí nicméně nezaručuje, že pokusná osoba vnímala dané místo na obrázku. Podle teorie vidění rozlišujeme dva základní pohyby očí při sledování nepohybuujícího se objektu: fixace a sakády. Zaměřenou oblast vnímáme pouze v období fixace; sakáda je přesun oka k dalšímu fixovanému místu. Fixace by měla trvat nejméně 50 ms,

aby mohlo dojít k získání vizuálních informací (Lukavský, 2005). Dle Duchowského (2006) se fixace běžně pohybují v rozmezí 150–600 ms. Průměrně se udává, že fixace trvají 250–300 ms (Lukavský, 2005). Z hrubých dat je tedy nutné určit, které polohy očí příslušely fixacím a které sakádám. V závislosti na použitém algoritmu dostaneme například obr. 3. V tomto případě byl použit IVT filtr na fixace dostupný v softwaru Tobii Studio 3.2. Podstatou algoritmu je vytipování sakadických pohybů očí na základě překročení určité rychlosti pohybu očí. Zde konkrétně 30 °/s. Součástí algoritmu je také redukce šumu, který vzniká například mikrotřesem očí apod.



Obr. 3: Vyznačení pozic očí zaznamenaných během experimentu (tzv. gaze plot) s použitím konkrétního filtru na fixace. Průměr kruhu zohledňuje dobu trvání fixace (experiment byl proveden autorkou článku pomocí oční kamery Tobii TX300)

## 2.2 VÝZKUMNÉ POUŽITÍ METODY

Metodologicky je možné oční kameru použít jak pro kvantitativní, tak pro kvalitativní typ výzkumu. Při kvalitativním typu výzkumu se využívají diagramy zobrazující fixace probanda při pohledu na prezentované médium (tzv. gaze plot). A to buďto v animované podobě, kde se jedná o náhled fixací probanda v čase, nebo v sumarizované podobě jako obrázek (viz obr. 3). V přírodovědném vzdělávání je možné diagramy využít např. při posuzování webových stránek, dalších výukových materiálů včetně učebnic, videí s nahranými experimenty apod. Další možností je využití tzv. heat map, tedy obrázků s vyznačením ploch, které proband/probandi fixovali nejvíce (nejdelší dobu/nejčastěji). V přírodovědném vzdělávání tento přístup můžeme opět využít pro posuzování uvedená v předchozím bodě, dále například při hlubší analýze strategií řešení problémových úloh apod.

V kvantitativním typu výzkumu se nejčastěji využívá nadefinovaných oblastí zájmu (area of interest/region of interest, zkratka AOI/ROI) a ke statistickému ověřování se používají data uvedená v tab. 2. Dále je možné sledovat změnu průměru zornice, což může indikovat změnu osvětlení, emocionalitu podnětu, pozornosti, zátěže pracovní paměti apod.

*Typické úlohy* probandů, pro které se metoda v dalších oborech využívá, lze základně rozdělit na diagnostické a interaktivní (Duchowski, 2002). V rámci diagnostických úloh jsou sledovány oční pohyby při pohledu probanda zejména na statický podnět, případně video. Tyto úlohy mohou obsahovat nějaké úkoly k vyřešení (např. čtení textu, vyhledání požadovaného objektu v obrázku) nebo mohou sledovat pouze volné prohlížení daného podnětu. Bojko (2013) zde rozlišuje cíl výzkumu, kdy může být sledována buďto atraktivnost podnětu pro probanda nebo jeho výkon. V prvním případě se typicky zjišťuje průměr pupily, počet fixací na

Tab. 2: Typické proměnné sledované při kvantitativním výzkumu pomocí definovaných oblastí zájmů na prezentovaném médiu

<b>Fixace v dané oblasti</b>	<b>Prohlížení dané oblasti</b>	<b>Kliknutí myší v dané oblasti</b>
čas do první fixace v dané oblasti	čas strávený na dané oblasti při jednom souvislém prohlížení	čas do prvního kliknutí myší
počet fixací předtím	celkový čas strávený prohlížením dané oblasti	počet kliknutí myší
doba trvání první fixace		procento z tohoto počtu
průměrná doba trvání fixace v dané oblasti		
celková doba trvání fixací		
počet fixací		
procento z tohoto počtu		

danou oblast, procento probandů, kteří si oblasti všimli apod. V druhém případě například při měření mentální zátěže opět sledujeme průměr pupily; při sledování kognitivních procesů se zjišťuje průměrná doba trvání fixace. Pokud je cílem úlohy vyhledání klíčového prvku, pak se jako vhodných proměnných využívá čas do první fixace na tento prvek, počet fixací předtím atp. Oční kameru je také možné využít ke sledování reálné scény (např. při řízení, vyhledávání zboží v obchodě, sledování výuky učitelem/žákem) s použitím přenosných brýlí. Ve všech těchto případech slouží oční kamera k rozpoznání, kam byla směřována pozornost probanda. V další části prezentované výzkumy se v podstatě týkají pouze tohoto typu úloh.

Interaktivní úlohy využívají zaznamenanou pozici očí, jak už název metody napovídá, k interakci s prezentovaným prostředím. Duchowski (2002) tyto metody dále dělí na selektivní a tzv. gaze-contingent. V případě selektivních metod je pohled očí využíván jako např. myš nebo klávesnice k ovládní daného prostředí. V rámci výzkumů typu gaze-contingent je prostředí měněno v závislosti na pohledu probanda. Velmi často se používá ve výzkumech čtení, např. Miellet et al. (2009) při čtení probandů měnili velikost písmen nacházejících se v oblastech mimo ostré vidění (fixaci) probanda.

### 2.3 „EXPERT–ZAČÁTEČNÍK“ PARADIGMA

Studie využívající metodu oční kamery jako výzkumnou metodu velmi často pracují v paradigmatu začátečník–expert (angl. expert-novices paradigm), kdy předpokládáme odlišný přístup experta a začátečníka při řešení daného úkolu. Jak uvádí Gegenfurtner (2011), představy o fungování perceptuálních mechanismů, které se skrývají za výkony expertů, byly uvedeny zejména v rámci studií o sportovních disciplínách, medicíně, o řízení auta, klasifikace ryb, v uměleckých oborech apod. Gegenfurtner (2011) identifikoval v realizovaných studiích tři teorie vysvětlující expertství:

- *teorie dlouhodobé pracovní paměti*, která předpokládá možnost rychlého zakódování získávané informace v dlouhodobé paměti experta a efektivní vybavení při dalších úlohách; operacionálně by se tento mechanismus měl projevit v kratší době trvání fixací v případě expertů;

- *hypotéza redukce informací*, která navrhuje, že expert eliminuje nepodstatné informace a celkově tak pracuje s menším množstvím, ale za to relevantních informací; operacionálně by pak experti měli vykazovat méně a kratší fixace na oblasti nedůležité pro řešení daného problému a naopak by měli vykazovat více a delší fixace na oblasti relevantní pro vyřešení problému;
- *holistický model vnímání obrazového materiálu*, který uvádí, že experti nepotřebují klíčovou informaci zobrazit pomocí nejostřejší oblasti vidění, ale rozšířením oblasti efektivního vidění (angl. visual span) jsou schopni získat informaci i ze vzdálených oblastí neostrého vidění; operacionálně lze u expertů zaznamenat delší sakády a kratší čas do první fixace oblasti, která je relevantní pro řešení daného úkolu.

Výše uvedené expertství předpokládá častou práci s daným vizuálním materiálem, která má zřejmě za následek zlepšení schopnosti vnímání těchto materiálů a efektivnější extrahování klíčových informací. V oblasti zejména fyzikálního vzdělávání se často využívá metody oční kamery k odhalování žákovských strategií a přístupů při řešení úloh. Zde je pak expertství uvažováno v širším kontextu a zahrnuje celý proces řešení problému. Typické rozdíly mezi přístupem experta a začátečníka při řešení problémů uvádí například Gerace (2001). Experti vycházejí z konceptuálního porozumění problému, často nejprve řeší problém kvalitativně na rozdíl od začátečníků, kteří se zaměřují na manipulaci se vzorečky. Experti při řešení divergují, zvažují různé možnosti, ověřují si získaný výsledek alternativním postupem apod. Z hlediska deklarativních znalostí se experti vyznačují zejména velkou provázaností vlastních znalostí a jejich dobrou strukturací.

### 3 PŘEHLED REALIZOVANÝCH VÝZKUMŮ VE FYZIKÁLNÍM VZDĚLÁVÁNÍ

Jak uvádí Smith (2010), publikovaných studií, které by popisovaly výzkum v oblasti fyzikálního vzdělávání realizovaný pomocí metody oční kamery, je velmi málo. Konkrétně se odkazuje na pět studií; v tomto článku je ještě navíc uvedena studie z oblasti biologie, která může být inspirativní z metodologického hlediska. Vzhledem k tak malému počtu publikací jsou dále prezentována pouze stručná souhrnná data a důraz je kladen na detailnější popis jednotlivých studií.

#### 3.1 OBOR A ÚLOHA

Všechny studie z fyziky byly zaměřeny na problematiku řešení úloh studentů. Ve třech případech se jednalo o úlohy z mechaniky; dvě studie zkoumaly, jak studenti řeší úlohy s elektrickými obvody. Předmětem studie z biologie byl přístup studentů k učení se z powerpointové prezentace obsahující obrázky s různou mírou relevantnosti k prezentovanému textu.

#### 3.2 VZOREK STUDENTŮ

Zkoumanými osobami byly v drtivé většině případů studenti vysoké školy; počet se pohyboval v rozmezí 11–43. Konkrétnější přehled uvádí tab. 3.

Tab. 3: Vzorek probandů v realizovaných studiích

Studie	Počet studentů	Specifikace
Madsen et al., 2012	24	1. roč. VŠ
Smith et al., 2010	43	VŠ
Rosengrant, 2001	11	VŠ studenti a zaměstnanci
Kozhevnikov et al., 2007	15	VŠ
Van Gog, 2005	26	Poslední ročník SŠ
Slykhius, 2005	15	Studenti učitelství, VŠ

### 3.3 TYP VÝZKUMU

V realizovaných studiích převládá kvantitativní charakter výzkumu a nejčastěji jsou sledovány a posuzovány různé statistické charakteristiky týkající se fixací na předem dané oblasti zájmu výzkumníků, podrobněji viz tab. 4.

Tab. 4: Typy výzkumů v realizovaných studiích

Studie	Typ výzkumu	Stručná specifikace
Madsen et al., 2012	kvantitativní	Posuzování % času stráveného fixací oblastí relevantních pro správné vyřešení problému.
Smith et al., 2010	kvantitativní	Posuzování % času stráveného fixací konceptuálních nápověd při učení se ze vzorově řešených příkladů.
Rosengrant, 2001	kvalitativní	Posouzení strategie přístupu k řešení úlohy.
Kozhevnikov et al., 2007	kvantitativní	Posuzování počtu fixací ve vytipovaných oblastech (AOI).
Van Gog, 2005	kvantitativní	Posuzování počtu fixací a doby jejich trvání ve vytipovaných oblastech zájmu (AOI).
Slykhius, 2005	kvalitativní/ kvantitativní	Posouzení způsobu prohlížení slajdů; identifikování „průměrné cesty prohlížení“. Posouzení % času stráveného fixací na fotografiích a dalších částech prezentace.

### 3.4 POUŽITÁ TECHNOLOGIE A ZPRACOVÁNÍ ZÍSKANÝCH DAT

Přehled konkrétních očních kamer, které byly použity v realizovaných studiích, a způsob identifikace fixací, případně sakád, uvádí tab. 5.

### 3.5 VÝZKUMNÉ PROBLÉMY A VÝSLEDKY

Jak už bylo uvedeno výše, typicky se výzkumy v oblasti fyzikálního vzdělávání zaměřily na zkoumání studentů při řešení fyzikálních úloh. Při návrhu experimentu je využíváno paradigma expert–začátečník a při řešení předložených úloh jsou posuzovány strategie používané při řešení těmito dvěma skupinami probandů. Přičemž



Tab. 5: Technologie a způsob určení fixací/sakád v realizovaných studiích

Studie	Přístroj	Určení fixací a sakád
Madsen et al., 2012	EyeLink 1000, fixování brady a čela	Identifikace sakády: pokud pohyb oka překročil zrychlení $8\,500\text{ }^\circ/\text{s}^2$ a rychlost $30\text{ }^\circ/\text{s}$ . V ostatních případech bylo považováno oko za fixující.
Smith et al., 2010	Tobii 1750 s volným pohybem hlavy	Neuvádí.
Rosengrant, 2001	Applied Science Laboratories Model 600 Mobile Control Unit, fixování hlavy	Neuvádí.
Kozhevnikov et al., 2007	iView-X RED, fixování brady a čela	Fixace trvající alespoň 50 ms.
Van Gog, 2005	přístroj od SMI s frekvencí snímání 50 Hz	Za fixace považovány: alespoň 3 body vzdálené od sebe max. 40 pixelů; doba trvání fixace alespoň 100 ms.
Slykhius, 2005	ASL Model 501	Fixace s dobou trvání alespoň 200 ms.

dělení na experty a začátečníky je někdy uvedeno na základě výsledků řešení prezentovaných úloh. Za experty jsou považováni studenti s dobrými výsledky, za začátečníky studenti s nejslabším výkonem. Z hlediska obsahové náplně úloh se konkrétně jednalo například o vyhledávání chyby v zapojení schémat elektrických obvodů (van Gog, 2005), o využívání konceptuálních nápověd v řešených příkladech z mechaniky (Smith et al., 2010). Madsen et al. (2012) se zaměřili na zkoumání rozdílných druhů pozornosti a jejich vlivu na studenty při řešení úloh z mechaniky. Konkrétní popis výzkumných problémů řešených v šesti studiích a získané hlavní závěry jsou uvedeny dále.

### 3.5.1 JAK STUDENTI POSTUPUJÍ PŘI UČENÍ SE Z ŘEŠENÝCH ÚLOH Z MECHANIKY?

Hlavním cílem studie (Smith et al., 2010) bylo analyzování typické aktivity, kterou studenti provádějí, když se učí fyziku, a sice studování řešených úloh. Zejména jak při učení pracují s konceptuálními a matematickými informacemi a zda účel studia úlohy má vliv na použité strategie.

Z důvodu cíle výzkumu bylo řešení úlohy uspořádáno ve dvou sloupcích, kdy jeden sloupec zahrnoval textové informace související s konceptuálním porozuměním problému a druhý sloupec matematické reprezentace studovaného problému. Tato prostorová separace pak lépe umožnila analyzovat data získaná pomocí oční kamery. Pro odhalení případného vlivu účelu studia řešené úlohy na použití strategie byly studentům předloženy řešené úlohy s dvěma rozdílnými zadáními. V prvním případě

řešená úloha měla sloužit jako příprava na vyřešení podobné úlohy v následném testu. V druhém případě student studoval předloženou úlohu proto, aby dobře vyřešil předem zadaný domácí úkol.

Zajímají se studenti vůbec o informace týkající se konceptuálního porozumění problému? Na základě zkušenosti s výukou autoři článku očekávali, že spíše ne. Analýza však odhalila, že studenti strávili fixováním textových informací  $40 \pm 3$  % z celkového času, který věnovali nápovědám, což je nezanedbatelné procento. Podrobnější analýza přesunů pohledů z jedné (textové/konceptuální) do druhé (matematické) oblasti naznačila, že se studenti při studiu řešených úloh zajímali současně o obě oblasti a nevnímali je jako dva oddělené zdroje informací. Nicméně následný test, který po studentech požadoval vybavení si přečtených informací o podstatě řešeného problému, ukázal, že si toho studenti mnoho nepamatují a to navzdory tomu, že čtením strávili poměrně hodně času. Autoři interpretují tento výsledek dvěma způsoby: buďto se studenti navzdory čtení informace nic nenaučili nebo po studiu řešeného příkladu tyto informace už vypustili.

Účel studia předložených úloh zřejmě nemá vliv na rozsah studia textových informací týkajících se konceptuální podstaty problému. Přestože skupina studentů, kteří studovali řešené problémy za účelem vyřešení domácího úkolu, strávila fixováním textových informací více času, Welchův test rozdíl jako statisticky významný nepotvrdil.

### 3.5.2 ROZDÍLY VE VIZUÁLNÍ POZORNOSTI STUDENTŮ, KTERÍ NE/SPRÁVNĚ ŘEŠILI PŘEDLOŽENÉ FYZIKÁLNÍ PROBLÉMY

Studie (Madsen et al., 2012) se zaměřila na vizuální pozornost, kterou studenti věnují předložené úloze při jejím řešení. Autoři vycházejí z teorie, která hovoří o dvou typech pozornosti:

1. Bottom-up, která závisí zejména na percepčně výrazných prvcích a je dominantní během prvních dvou sekund prohlížení předloženého materiálu.
2. Top-down naproti tomu nastupuje později a je závislá na přechozích zkušenostech diváka/čtenáře a jeho cílech prohlížení předloženého materiálu.

Cílem studie bylo zjistit, jak tyto dva procesy ovlivňují pozornost studentů při řešení fyzikálních problémů. Hypotézou, očekávaným výsledkem experimentu, byl rozdílně strávený čas fixováním oblastí relevantních, resp. irrelevantních ke správnému vyřešení problému studenty, kteří danou úlohu vyřešili správně a studenty, kteří ji naopak vyřešili špatně. Výzkumníci dále hypotetizovali, že studenti, kteří vyřeší danou úlohu špatně, stráví více času na oblastech:

- a) odpovídajících typickým miskoncepcím; v tomto případě bude zaměřená pozornost odpovídat pozornosti typu top-down;
- b) odpovídajících percepčně výrazným prvkům; v tomto případě bude pozornost odpovídat pozornosti bottom-up.

Pro zodpovězení výzkumných otázek tedy byly sledovány tyto tři oblasti: relevantní pro správné vyřešení úlohy a oblasti v bodech a) a b). Pro stanovení ploch v bodě a) byly provedeny rozhovory týkající se řešení problémových úloh se třinácti studenty. Na základě přístupu k řešení u studentů, kteří vyřešili úlohu nesprávně, byly identifikovány příslušné oblasti. Pro určení ploch uvedených v bodě b) použili autoři program vytvořený v Matlabu (Harel, Koch et al., 2007). Studenti celkem řešili 6 úloh.

Pro ověření hypotéz provedli autoři studie analýzu rozptylu, která prokázala jak efekt čísla úlohy, tak ne/správnosti vyřešení úlohy na procentu času stráveného na výše uvedených definovaných oblastech. Jednofaktorovou analýzou byl dále zkoumán efekt správnosti odpovědi na závisle proměnnou (tj. procento stráveného času). Studenti, kteří vyřešili úlohu správně, strávili více času na relevantních oblastech, což ukazuje na dominanci pozornosti top-down. Tedy vizuální pozornost těchto studentů byla směřována jejich předchozími zkušenostmi při řešení podobných úloh. Studenti, kteří odpověděli nesprávně, strávili více času prohlížením oblastí odpovídajících typickým miskoncepcím, což opět ukazuje na jejich směřování pozornosti tzv. top-down procesem. I v případě studentů, kteří odpověděli špatně, se zdá, že pozornost není přitahována percepčně výraznými prvky. Rozdíl nebyl prokázán ani pro dobu prvních dvou sekund (od přečtení zadání), což je dle Carmia Itti (2006) limit pro dominanci pozornosti typu bottom-up.

Madsen et al. (2012) dále navrhuje možnost, jak pomoci studentům při učení se z výukových materiálů tak, aby byla jejich pozornost směřována na relevantní oblasti obrazového materiálu. Toto ovlivňování je možné realizovat např. užitím vizuálních dynamických nápověd, které mají značnou percepční výraznost.

### 3.5.3 ROZDÍLY V PROSTOROVÉ PŘEDSTAVIVOSTI STUDENTŮ, KTEŘÍ NE/SPRÁVNĚ ŘEŠILI PŘEDLOŽENÉ FYZIKÁLNÍ PROBLÉMY

Studie (Kozhevnikov, 2007) se obecně zaměřila na zjištění vztahu mezi výkonem studentů v testu prostorové představitosti a řešením problémů ve fyzice, konkrétně v kinematice. Tento obor byl vybrán z důvodu velké rozmanitosti externích vizuální reprezentací, které jsou při porozumění tomuto oboru používány (typicky například grafy závislosti kinematických veličin, vektory apod.).

Celkem byly v rámci výzkumu provedeny tři experimenty, metoda oční kamery byla použita v rámci třetího experimentu. Vlastním experimentům předcházelo přípravné testování, jehož cílem bylo pomocí čtyř testů zaměřených na prostorovou představitost vytipovat studenty s velmi dobrou prostorovou představitostí a naopak studenty, kteří mají tuto schopnost slabší. V prvním experimentu studenti řešili vybrané úlohy z testu *Force Concept Inventory* (Hestenes, 1992; výsledky testování v českém prostředí viz např. Mandíková & Čížková, 2010) a *Kinematics Problem Solving Test*. Vybrané úlohy jsou dostupné i v testu *Test of Understanding Graphs in Kinematics* (Beichner, 1994; český překlad viz Trulíkova, 2010). Analýza získaných výsledků ukazuje na korelaci mezi prostorovou představitostí studentů a správností jejich řešení kinematických problémů. Autoři uvádějí dvě možné interpretace výsledků. Jednak studenti s horší prostorovou představitostí mohou mít omezenou kapacitu pracovní paměti týkající se zpracování vizuálních – prostorových podnětů, což jim neumožňuje např. rozdělit křivku v grafu závislosti kinematických veličin na jednotlivé klíčové intervaly a analyzovat pohyb v rámci těchto intervalů. Jednak studenti s lepší prostorovou představitostí mohou mít skrze jejich lepší zkušenost s vnějším světem vytvořeny sofistikovanější způsoby analýzy pohybu a lepší konceptuální porozumění těmto problémům.

Pro detailnější porozumění sledovaného problému autoři studie provedli další dva následné výzkumy, kdy studenti opět řešili vybrané kinematické problémy z výše popsané studie, lišily se však použité výzkumné metody. Jednak byly realizovány rozhovory se studenty o jejich konkrétním řešení jednotlivých problémů. Dále byla použita metoda sledování očních pohybů studentů. Tento třetí experiment se zaměřil pouze na sledování strategie studentů při řešení dvou úloh z předchozí sady.

První se týkala předpovědi pohybu puku, pokud do něho prašíme silou v určitém směru. Ve druhé úloze měli studenti popsat pohyb znázorněný grafem závislosti prostorové souřadnice na čase. Pro potvrzení nebo vyvrácení výzkumných hypotéz byly definovány oblasti zájmu (region of interest – ROI) a sledován počet fixací v těchto regionech. V případě úlohy s pukem všichni studenti s identifikovanou horší prostorovou představivostí vyřešili tuto úlohu chybně a pohyby jejich očí nepredikovaly pohyb puku v požadovaném směru. Sedm z devíti studentů s dobrou prostorovou představivostí vyřešili úlohu správně a vykazovali fixace ve směru uvažovaného pohybu puku.

V případě úlohy s grafem závislostí kinematických veličin byly podrobněji analyzovány pouze výsledky studentů s horší prostorovou představivostí, kteří vyřešili úlohu nesprávně a projevíli typickou miskoncepci vnímání grafu jako obrázku, a studentů s dobrou prostorovou představivostí, kteří vyřešili úlohu správně. Jako oblasti zájmu byly definované: osy grafu, popisy os a čára grafu. Pro ověření stanovených hypotéz byla uvažována procenta fixací a procenta celkového času, který studenti strávili při prohlížení jednotlivých oblastí (procenta vždy vztažená k celkovému počtu fixací a k celkovému času prohlížení grafu). Výsledky získané pomocí analýzy rozptylu ukázaly, že studenti řešící úlohu správně strávili více času prohlížením os než studenti řešící ji špatně, přičemž popisu os věnovali stejnou pozornost. Tento výstup analýzy může ukazovat na abstraktní přístup ke grafům ze strany správně řešících studentů, kdy při popisu pohybu zobrazeném v grafu křivku grafu rozdělí na úseky (dle měnící se rychlosti) a interpretují pohyb pro každý úsek zvlášť. Zatímco studenti s výše uvedenou miskoncepcí zřejmě mají tendenci vnímat a interpretovat křivku pohybu jako celek.

#### 3.5.4 PŘÍSTUPY K ŘEŠENÍ ÚLOH ZAMĚŘENÝCH NA ELEKTRICKÉ OBVODY ZAČÁTEČNÍKY A ODBORNÍKY

Návrh výzkumu studie (Rosengrant, 2009) vychází z typického paradigmatu výzkumů realizovaných pomocí oční kamery (viz např. Gegenfurtner, 2001), a sice že přístup k řešení problémů je mezi odborníky a začátečníky v dané oblasti rozdílný. Cílem studie tedy bylo srovnání způsobu řešení experty a začátečníky. Respondenti řešili celkem čtyři úlohy zaměřené na elektrické obvody. Typickým problematickým konceptem v této oblasti je koncept proudu, proto úlohy sledovaly porozumění tomuto konceptu. Data získaná pomocí oční kamery ukázala tyto dva rozdíly týkající se strategie řešení:

1. Experti vykazovali větší počet přesunů mezi zadáním a schématem elektrického obvodu.
2. Po skončení řešení experti ještě jednou přehlédli celé řešení příkladu, začátečníci nikoliv.

Co se týče vlastního řešení problému, experti při sledování schématu a promýšlení řešení sledovali vždy celou smyčku obvodu, což naznačuje, že sledovali jakousi pomyslnou cestu proudu. Naproti tomu začátečníci víceméně fixovali vždy pouze jednotlivé značky rezistorů v daných schématech. V případě uvedeného výzkumu je nutné brát v úvahu velmi malý vzorek expertů, který se účastnil výzkumu (pouze dva respondenti). Výsledky je proto možné chápat pouze jako možné hypotézy pro další experimentování.

### 3.5.5 PŘÍSTUPY K ŘEŠENÍ PROBLÉMOVÝCH ÚLOH ZAMĚŘENÝCH NA ELEKTRICKÉ OBVODY ZAČÁTEČNÍKY A ODBORNÍKY

Dalším výzkumem z oblasti učiva o elektřině a magnetismu je studie van Goga (2005), která se zabývá rozdíly při řešení problémových úloh mezi studenty středních škol s různou mírou odbornosti v daném předmětu. Úlohy byly prezentovány jako počítačově simulované modely elektrických obvodů s nějakou chybou, kterou bylo třeba odhalit. Jednalo se například o špatně zapojenou baterii, zkrat v obvodu apod. Při přemýšlení studentů během řešení byly identifikovány tyto fáze:

1. orientace v problému,
2. formulování problému a rozhodnutí se pro nějakou první akci,
3. zhodnocení výstupu, který tato akce přinesla, a rozhodnutí se pro další akce,
4. konečné zhodnocení řešení problému.

Výzkum nespočíval pouze v metodě sledování očních pohybů, studenti byli také požádáni o popis vlastní strategie řešení problému nahlas. Z 26 účastníků byli pro další výsledky vybráni studenti s nejvyšší a nejnižší mírou expertnosti v dané skupině. Míra expertnosti byla posuzovaná na základě výsledků řešení celého testu.

Pro ověření hypotéz byly vytipovány oblasti zájmu (area of interest) a výsledky byly určeny na základě rozdílů celkové doby strávené prohlížením jednotlivých oblastí mezi dvěma skupinami studentů, na základě rozdílů v průměrné době trvání fixací a v počtu fixací v jednotlivých fázích řešení problému. Pro zjištění statistické významnosti rozdílů byl použit (vzhledem k velikosti vzorku) neparametrický Mann-Whitneyův test.

Studenti identifikovaní jako experti strávili více času ve fázi jedna, tj. v zorientování se v problému. Tito studenti také během této fáze vykázali větší počet fixací na baterii v obvodu, což byl chybně zapojený prvek v obvodu, než méně expertní studenti. Nicméně průměrná doba fixace pro více expertní studenty byla statisticky významně nižší než v dalších fázích, zatímco pro méně expertní studenty rozdíl mezi jednotlivými fázemi prokázán nebyl. Kratší průměrná doba fixace zřejmě odpovídá pouze procesu dekódování zobrazené informace-schématu, zatímco delší průměrná doba fixace spíše odpovídá procesům vlastního řešení problému. V případě druhé fáze nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly v přístupu obou skupin studentů. Více expertní respondenti strávili více času ve třetí fázi, nicméně rozdíl v průměrné době trvání fixací v této fázi statisticky významný nebyl.

### 3.5.6 POSOUZENÍ VHODNOSTI DOPROVODNÝCH FOTOGRAFIÍ V POWERPOINTOVÉ PREZENTACI

Poslední prezentovaná studie (Slykhuis et. al, 2005) se obsahově týká biologie, konkrétně biologické diverzity, a byla zaměřena na porovnání pozornosti, kterou studenti věnují fotografiím umístěným v powerpointové prezentaci. Cílem bylo posoudit, zda existuje zejména rozdíl v pozornosti mezi fotografiemi s rozdílnou mírou dekorativnosti. Pro klasifikaci fotografií byla převzata klasifikace fotografií v textu, kterou navrhl Pozzer a Roth (2003). Autoři rozlišují 4 stupně dekorativnosti fotografie: dekorativní, ilustrativní, vysvětlující a doplňující (viz tab. 6). Probandi posuzovali prezentaci obsahující celkem 16 slidů, z toho 2 pouze textové, 2 pouze obrázkové a 12 smíšených.

Polovina studentů se v rámci výzkumu učila pouze z prezentace, druhá polovina studentů k prezentaci obdržela i předem nahraný slovní komentář. Analyzována byla pouze data pro fotografie zařazené do nejvzdálenějších kategorií klasifikace (tj. pro

Tab. 6: Klasifikace fotografií v textu dle Pozzer a Roth (2003)

Kategorie fotografie	dekorativní	ilustrativní	vysvětlující	doplňující
Odkaz v textu	není	není	není	je
Nadpis	není	je	je	je
			Navíc je uveden vysvětlující popis obrázku.	Je uveden vysvětlující popis obrázku.

dekorativní a doplňující fotografie). Získaná data byla analyzována dvěma způsoby – kvantitativně a kvalitativně.

V rámci kvantitativního přístupu byly vymezeny oblasti zájmu a srovnáním statistických charakteristik pro porovnávané fotografie (% času stráveného prohlížením/fixacemi fotografie během prvních pěti sekund prohlížení slidu, % času stráveného prohlížením/fixacemi fotografie během celého prohlížení slidu) byly zjišťovány případné rozdíly. Jako oblasti zájmu byly definovány: nadpis, text, obrázek, zbývající prostor na obrazovce, pohled mimo obrazovku. Poměrně nepřekvapivě doplňující fotografie získaly od studentů více pozornosti než fotografie pouze dekorativní. Studenti tyto fotografie častěji fixovali a jejich prohlížením celkově strávili více času. Tyto rozdíly byly zjištěny jak pro celou dobu prohlížení slidu, tak i pouze pro dobu prvních pěti sekund, která byla považována za dobu typickou pro získání prvního přehledu, co vše daný slide obsahuje.

Cílem kvalitativního posouzení bylo zjištění, zda žáci přistupovali k prohlížení rozdílně. Konkrétně se jednalo o určení „průměrného“ způsobu prohlížení; o určení „průměrné“ cesty prohlížení slidu. Výzkumníci se zaměřili pouze na prvních 10 fixací, které se udály většinou během prvních pěti sekund. Každá fixace byla přiřazena k jedné z pěti definovaných AOI a jako míra centrální polohy byl určen modus. Podobný způsob prohlížení byl zjištěn pro slidy s oběma typy fotografií. Nicméně pro slide s dekorativními fotografiemi je typické, že se studenti k těmto fotografiím již nevracejí. Další kvalitativní posouzení se týkalo způsobu prohlížení slidů prezentace bez a se zvukovým komentářem.

## 4 LIMITY DANÉ METODY

Jak bylo uvedeno v předchozích kapitolách, metodu oční kamery je možné použít různými způsoby a pro různé typy výzkumů. V rámci diskuze limitů této metody se omezíme na použití kamery způsoby realizovanými v rámci studií uvedených v přehledu předchozí kapitoly, tj. na použití kamery diagnostickým způsobem s prezentací statických vizuálních materiálů.

Velmi často se metody využívá ke zjišťování strategií probandů při prohlížení předložených materiálů s cílem vyřešit zadané úlohy. Tato metoda do určité míry může nahradit metodu tzv. myšlení nahlas (angl. think aloud protocol), kdy pokusná osoba během řešení dané úlohy přemýšlí nahlas, aby mohly být její myšlenky zaznamenány. Tento přístup má samozřejmě omezení, konkrétně se jedná zejména o možnost cenzury myšlenky pokusnou osobou a dále o navýšení kognitivní zátěže pokusné osoby, která je zapříčiněna nutností formulace myšlenek a jejich vyslovením nahlas. Při použití metody oční kamery jsou tyto problémy eliminovány. Zde je sledování kognitivních procesů odvozováno z očních pohybů. Hypotézu, že místo, kam směřuje pohled pokusné osoby, je také touto osobou vnímáno, nastínili již před tři-

ceti lety Just a Carpenter (1976). V současné době je zřejmé, že tuto hypotézu nelze zcela přijmout a zaměření pozornosti může být směřováno i do jiných oblastí. Dalším souvisejícím problémem je zjištění, co a jak si pokusná osoba o vnímané oblasti myslí, pociťuje. Možností, jak se snažit eliminovat tyto nedostatky, je několik. V první řadě je možné metodu kombinovat s metodou myšlení nahlas. Zde ovšem máme navíc již zmíněnou kognitivní zátěž a tedy nereálné podmínky řešení problému. Další možností může být zpětné sledování a komentování vlastního záznamu pokusnou osobou. V některých typech výzkumů se jeví jako přínosné současně zaznamenávat aktivitu mozku a sledovat zapojení jednotlivých mozkových oblastí (Duchowski, 2002).

V rámci diskuze omezení metody nesmí chybět diskuze ohledně přesnosti metody. Jak už bylo uvedeno v úvodní části článku, přesnost technologického zařízení (vlastní kamery) není to jediné, co ovlivňuje získané výstupy. Pozice očí je snímána s frekvencí, která se obvykle pohybuje v rozmezí 60–500 Hz, což odpovídá snímání každých 17–2 ms. Jelikož se za minimální běžnou dobu trvání fixace považuje 150 ms, při určování fixace se tak lze opřít o 9–75 získaných pozic očí. Případné mrknutí oka apod. může znemožnit získání dat, proto je důležité jako validní data uvažovat ta, kde procento získaných pozic očí je dostatečné, obvykle se uvažuje více než 75 %. Zde samozřejmě záleží na použité frekvenci a cílech výzkumu. Relevantnost získaných dat je také dále ovlivněna možností pokusné osoby pohybovat hlavou. Pro dosažení kontroly nad pohybem očí se velmi často hlava probanda zafixuje. Nicméně tento přístup v sobě nese poměrně velkou nevýhodu, a sice nepřirozené podmínky probanda při řešení úkolu. Při návrhu experimentu je tedy důležité zvažovat nejen hledisko přesnosti, ale také validnosti získaných dat. Fixování pozice hlavy se ukazuje jako nezbytné při výzkumech čtení. Výstupy v podobě identifikovaných fixací jsou určitě ovlivněny algoritmem, který k identifikaci fixací výzkumník použije. Podobně jako v případě posuzování výběru statistické metody, i zde se jako účelné jeví prvotní kvalitativní posouzení hrubých dat, tj. pozic očí, a následná konfrontace různých použitých algoritmů.

V první kapitole je uveden typický návrh experimentu, který se opírá o paradigma expert–začátečník. Pro každý návrh výzkumu je klíčová definice experta. V psychologických studiích se typicky expertem rozumí odborník, který se excelentně orientuje v předložených grafických materiálech. Např. experti radiologové jsou schopni detekovat rakovinu na mamografu během zlomku sekundy. Obvykle tito odborníci vykazují 10 let praxe s daným obrazovým materiálem (Gegenfurtner, 2011). V oblasti fyzikálního vzdělávání, jak je patrné i z předchozích ukázek návrhů realizovaných výzkumů, je expertství uvažováno spíše v rovině konceptuálního porozumění řešenému problému, které se pak promítá do práce s grafickým materiálem. Například ve výzkumné studii van Goga (2005) zřejmě nelze očekávat, že by daný expert vyhodnocoval elektrické obvody z hlediska jejich funkčnosti tak intenzivně, jako během své práce posuzuje radiolog mamografické zobrazení. V případě výzkumů v oblasti školního vzdělávání se ukazuje jako užitečné rozlišovat i expertství z hlediska řešení problémů. Přehled typických rozdílů mezi experty a začátečníky uvádí např. Gerace (2001). Jak vyplývá z přehledu designu výzkumů uvedených výše, často je pak expertství posuzováno na základě výkonu v daném testu nebo v dané úloze. Volbu kritéria je samozřejmě nutné dobře zvážit; jak naznačuje kvalitativní analýza výsledků (Kekule, 2014), v případě některých úloh můžeme dostat velmi rozdílné výstupy.

Výše diskutované problematické oblasti prezentované metody je nutné brát v úvahu při interpretaci získaných výsledků.

## 5 ZÁVĚR

Metoda výzkumu pomocí oční kamery je velmi dobře etablovaná ve výzkumu v psychologii, marketingu; v oblasti vzdělávání ve sportu. Jak ukazují prezentované studie zaměřené zejména na řešení úloh z mechaniky a elektřiny, metoda může přinést užitečné výsledky s výstupy do praxe i v oblasti fyzikálního vzdělávání. Je možné ji použít jak při realizaci kvalitativního, tak kvantitativního výzkumu. Typické paradigma expert-začátečník stojící v pozadí návrhů výzkumů z kognitivní psychologie se ve studiích ve fyzikálním vzdělávání týká strategií a konceptuálního porozumění předloženým problémovým úlohám.

## LITERATURA

- Beichner, R. J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 62, 750–762.
- Bojko, A. (2013). *Eye tracking the user experience: A practical guide to research*. Rosenfeld Media.
- Carmi, R. & Itti, L. (2006). Visual causes versus correlates of attentional selection in dynamic scenes. *Vision Research*, 46, 4 333–4 345.
- Duchowski, A. (2006). *Eye tracking methodology. Theory and practice*. 2nd edition, Springer.
- Duchowski, A. (2002). A breadth-first survey of eye-tracking applications. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 34(4), 455–470.
- Gegenfurtner, A., Lehtinen, E. & Saljo, R. (2011). Expertise differences in the comprehension of visualizations: a meta-analysis of eye-tracking research in professional domains. *Educational Psychology Review*, 23, 523–552.
- Gerace, W. J. (2001). Problem solving and conceptual understanding. *Proceedings PERC 2001*. Dostupné z <http://umperg.physics.umass.edu/writings/online>
- Graesser, A. C. (2005). Question asking and eye tracking during cognitive disequilibrium: Comprehending illustrated texts on devices when the devices break down. *Memory & Cognition*, 33(7), 1 235–1 247.
- Harel, J., Koch, C. & Perona, P. (2007). Graph-based visual saliency. In Scholkopf, B., Platt, J. & Hoffman, T. (Eds.), *Advances in neural information processing systems 19*, Cambridge: MIT Press. 545–552.
- Hestenes, D., Wells, M. & Swaxkhamer, G. (1992). Force concept inventory. *American Journal of Physics*, 30, 141–154.
- Just, M. A. & Carpenter, P. A. (1976). Eye fixation and cognitive processes. *Cognitive Psychology*, 8, 441–480.
- Kekule, M. (2014). Students' approaches when dealing with kinematics graphs explored by eye-tracking research method. In Bilsel, A., Garip, M. U. (Eds.), *Proceedings of the frontiers in mathematics and science education research conference, FISER' 2014*. (108–117). Science Education research Group as Eastern Mediterranean University: Famagusta.
- Kozhevnikov, M., Motes, M. & Hegarthy, M. (2007). Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive Science*, 31, 549–579.



- Lukavský, J. (2005). *Sledování očních pohybů*. [Bakalářská práce]. MFF UK, Praha.
- Madsen, A. M., Larson, A. M., Loschky, L. C. & Sanjay Rebello, N. (2012). Difference in visual attention between those who correctly and incorrectly answer physics problems. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 8. Dostupné z DOI: 10.1103/PhysRevSTPER.8.010122
- Mandíková, D. & Čížková, D. (2010). Prekoncepce studentů o síle a pohybu – výsledky testu FCI. *PMFA*, 55(2), 148–154.
- Miellet, S., O'Donnell, P. J. & Sereno, S. C. (2009). Parafoveal magnification: Visual activity does not modulate the perceptual span in Reading. *Psychological Science*, 20, 721–728.
- Pozzer, L. L. & Roth, W. M. (2003). Prevalence, function, and structure of photographs in high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 1089–1114.
- Rosengrant, D., Thomson, C. & Mzoughi, T. (2009). Comparing experts and novices in solving electrical circuit problems with the help of eye-tracking. In Sabella, M., Henderson, C. & Singh, C. (Eds.), *Proceedings of the 2009 Physics Education Research Conference*, (249–252). New York: American Institute of physics. Mellville.
- Slykhuis, D. A., Wiebe, E. N. & Annetta, L. A. (2005). Eye-tracking students' attention to PowerPoint photographs in a science education setting. *Journal of Science Education and Technology*, 14 (5/6). Dostupné z DOI:10.1007/s10956-005-0225-z
- Smith, A., Mestre, J. & Ross, B. (2010). Eye-gaze patterns as students study worked-out examples in mechanics. *Physical Review Special Topics – PER*, 6, DOI: 10.1103/PhysRevSTPER.6.020118
- Trulíková, B. (2010). *Miskoncepce žáků a studentů při interpretaci kinematických grafů*. [Bakalářská práce]. Matematicko-fyzikální fakulta UK Praha.
- Van Gog, T., Paas, F. & Van Merriënboer, J. (2005). Uncovering expertise-related differences in troubleshooting performance: Combining eye movement and concurrent verbal protocol data. *Applied Cognitive Psychology*, 19, 205–221.

---

MARTINA KEKULE, martina.kekule@seznam.cz  
Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta  
Katedra didaktiky fyziky  
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha, Česká republika

## Reflexia na stav a perspektívy didaktiky biológie z pohľadu situácie na PRIFUK v Bratislave

*Katarína Ušáková*

### Abstrakt

Príspevok popisuje východiská a impulzy rozvoja didaktiky biológie na Slovensku z pohľadu skúseností edukačnej a výskumnej práce na Katedre didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky PRIFUK v Bratislave. Cez stručný historický prehľad od povojnového obdobia až po súčasnosť upriamuje pozornosť na osobnosti, ktoré sú s formovaním didaktiky biológie úzko spojené. Poukazuje na niektoré spoločné problémy prírodovedného vzdelávania v kontexte spoločensko-politických zmien spojených so vstupom do EÚ a dôsledkami reformného úsilia s cieľom konvergence vzdelávacích systémov krajín EÚ. Podrobnejšie sa venuje problému v doktorandskom štúdiu a výskumu v didaktike biológie, od kvality ktorého sa odvíja aj úroveň učiteľskej prípravy budúcich učiteľov biológie. Konkretizuje zmeny v obsahu aj v štruktúre didaktických predmetov s cieľom zvýšiť kvalitu a funkčnosť prípravy učiteľov. V závere príspevku autorka upozorňuje na pretrvávajúce problémy didaktiky biológie, ktorých riešenie si vyžaduje potrebu vyššej miery spolupráce všetkých zainteresovaných zložiek.

**Kľúčová slova:** didaktika biológie, prírodovedné vzdelávanie, doktorandské štúdium, didaktický výskum, didaktická príprava učiteľov.

## Reflection on the State and Perspectives of Didactics of Biology from the Perspective of the Faculty of Natural Sciences, CU in Bratislava

### Abstract

The paper describes the original perspectives and impulses that initiated the development of didactics of biology in Slovakia, through the prism of research and educational activities performed at the Department of Didactics in Sciences, Psychology and Pedagogy, Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Bratislava. Through a brief historical overview since the post-war period until present, the paper focuses on the personalities closely linked with the formation process of the didactics of biology. It further adverts to some common problems of natural sciences education in the context of the EU entry related socio-political changes and the EU driven educational reform convergence efforts. It further details the challenges of doctoral studies and the research in the field of didactics of biology, on the quality of which the level of teacher training of the future teachers of biology depends. The paper also concretizes the changes in the didactic curriculum that aim to improve the quality and usefulness of teachers' preparation. At the end of the paper, the author points out the pervasive problems of didactics of biology, whose resolution would require greater degree of cooperation among all involved parts.

**Key words:** didactics of biology, natural sciences education, doctoral studies, didactical research, didactic preparation of teachers.

Vývoj odborových didaktík odjakživa odrážal spoločensko-politické pomery doby, najmä školskú politiku spojenú s reformným úsilím zameraným na kvalitu a funkčnosť vzdelávania. Každá školská reforma napriek nesporným snahám prinášala paradoxne viac otáznikov ako riešení, čo bolo spravidla jedným z účinných impulzov rozvoja odborových didaktík s cieľom viac ich prispôsobiť vývoju vedy a aktuálnym potrebám praxe.

Na Slovensku je v súčasnosti osem učiteľských fakúlt – pedagogických a prírodovedných, ktoré pripravujú budúcich učiteľov biológie v bakalárskom aj v magisterskom stupni štúdia. Široká škála problémov v učiteľskom vzdelávaní často krát poznačených regionálnymi odlišnosťami nedáva priestor na jednoduché zovšeobecnenia a nachádzanie spoločných priorít. Preto aj ambíciou tohto príspevku nie je hlboký analytický, ale ani zovšeobecňujúci pohľad na stav a vývoj didaktiky biológie na Slovensku, ktorá ako interdisciplinárna pedagogická veda má na jednotlivých učiteľských fakultách špecifickú genézu svojho vzniku a heterogénne podmienky rozvoja. V tomto kontexte sa pokúsím poukázať na aktuálny stav, ale aj pretrvávajúce problémy didaktiky biológie z pohľadu skúseností edukačnej a výskumnej práce na *Katedre didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky (KDPV) Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave (PRIFUK)*.

Vzhľadom na rozsah a cieľové zameranie príspevku sa sústredím na tieto problémové okruhy:

- východiská a medzníky rozvoja didaktiky biológie na Slovensku,
- výskum v didaktike biológie a doktorandské štúdium,
- didaktika biológie a príprava učiteľov.

## 1 VÝCHODISKÁ A MEDZNÍKY ROZVOJA DIDAKTIKY BIOLÓGIE NA SLOVENSKU

Didaktika biológie na Slovensku sa vyvíjala pomerne nekonzistentne, a preto neprekvapí, že patrí v rámci didaktík prírodovedných predmetov medzi *najmladšie*. História jej vzniku a vývoja je veľmi úzko prepojená a priamo nadväzuje na českú didaktickú tradíciu, reprezentovanú v povojnovom období výraznou generáciou didaktikov a zároveň aj vynikajúcich biológov, z ktorých dodnes rezonujú mená J. Šula, M. Fendrych, A. Vodička, A. Grác, O. Strumhaus, A. Junger, B. Řehák, A. Altmann a ďalší. Práve tieto osobnosti sú spojené s obdobím úspešného rozvoja biologického vzdelávania v rámci československého školstva v podmienkach jednotnej školy. Zo slovenských didaktikov povojnového obdobia treba spomenúť najmä K. Silnického, autora vysokoškolských skrípt z didaktiky biológie a popredného pedagóga na Vysokej škole pedagogickej, ktorá bola predchodcom dnešnej *Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave*. Výrazným impulzom pre rozvoj *vedeckej didaktiky* bolo však až založenie *Výskumného ústavu pedagogického* v Prahe a neskôršie aj v Bratislave, ktorý si dlhodobo udržoval vysoký vedecký kredit spojený s výraznými osobnosťami pedagogického výskumu. Za všetkých spomeniem renomovaného pedagóga E. Stračára a pedagogického psychológa M. Jurču. Výsledky vedeckej práce pod ich odborným vedením boli zárukou vysokej kvality a prestíže vtedajšieho VÚP, z ktorého sa neskôr vyvinul Štátny pedagogický ústav (ŠPÚ). Didaktikou biológie strednej školy sa až do polovice 80. rokov zaoberala v tejto inštitúcii M. Lenochová a didaktikou prírodopisu základnej školy A. Korábová. Obe boli zároveň aj spoluautorkami učebníc prírodopisu a biológie.

Didaktika biológie mala v tomto období na pôde Prírodovedeckej fakulty len veľmi skromné zastúpenie spojené s menami P. Vilčekovej a Ľ. Ondriša. Svoje miesto v rozvoji didaktiky biológie začiatkom 80. rokov má aj slovenský zoológ F. Vilček, známy predovšetkým ako plodný autor učebníc prírodopisu a biológie pre základné školy a gymnáziá. Jeho nespochybniteľná zásluha je však aj v tom, že inicioval vznik samostatného *Oddelenia didaktiky biológie* na PRIFUK v Bratislave, podporil jeho personálne zabezpečenie a hlavne vytvoril podmienky pre *vedeckú prípravu* vo vednom odbore *Teória vyučovania biológie*, ktorá sa už v tom čase začala vyvíjať nezávisle od didaktiky geológie.

Ďalšie dôležité historické momenty, ktoré priamo súvisia s rozvojom didaktiky biológie v bývalom Československu až po súčasnosť, ale aj analyticko-syntetický pohľad na odborové didaktiky v aktuálnych podmienkach edukačnej teórie a praxe z rôznych uhlov pohľadu a v rôznych kontextoch rozvíjajú v publikovaných štúdiách autori (Kotásek, 2001; Dostál, 2010; Janík & Stuchlíková, 2010; Papáček, 2010 a ďalší).

V novodobej histórii vývoj didaktiky biológie výrazne ovplyvnili významné spoločensko-politické zmeny na konci minulého a začiatkom nového tisícročia v krajinách EÚ, ktoré mali zásadný dopad nielen na školstvo, ale aj ekonomiku týchto krajín, Slovenska a Česka nevynímajúc.

Zošnurovaný edukačný systém, predimenzované, encyklopedicky poňaté učivo v obsahu predmetov, vrátane biológie, prestal byť zárukou kvalitného vzdelania, ktoré spravidla len proklamatívne reagovalo na potreby praxe (Ušáková, Gálová & Čipková, 2010: s. 5).

Spoločným menovateľom reformného úsilia v školstve krajín EÚ a OECD je zmena paradigmy vzdelávania, ktorého cieľom je spoločnosť založená na vedomostiach (*knowledge society*) a celoživotnom vzdelávaní (*lifelong learning*). Riešením je postupné približovanie vzdelávacích systémov a obsahové zmeny predmetov s cieľom rozvíjať nielen vedomosti, ale aj zručnosti žiaka a študenta, ktorý bude pripravený pre potreby spoločného trhu práce v 21. storočí (Tůma, 2003; Kotásek, 2003).

Vývoj didaktiky biológie po vzniku Slovenskej republiky na pozadí prelomových spoločensko-politických zmien charakterizuje neľahký *proces emancipácie odborových didaktík*. Počiatočná neistota v podmienkach samostatného Slovenska ešte viac prehĺbila protirečenia, vďaka ktorým je voči odborovým didaktikám, vrátane didaktiky biológie, stále *cítiť* skrývané aj neskrývané predsudky zo strany etablovaných vedných odborov, ktoré reprezentujú uznávané vedecké authority a často krát aj zo strany samotných učiteľov. Príkladom za všetky je protirečenie, ktoré vyvolal prudký a stále prebiehajúci živelný nárast učiteľských fakúlt na jednej strane a *neprípravenosť odborových didaktík* (nezriedka aj novovznikajúcich učiteľských fakúlt) na túto situáciu na strane druhej.

Dôsledkom je, že dnes máme na Slovensku v porovnaní s minulosťou nadštandardný počet učiteľských fakúlt, ktoré vykazujú veľké rozdiely v nastavení a prioritách pregraduálnej prípravy a tiež v skladbe ponúkaných študijných odborov, ktoré často krát nekopírujú potreby trhu práce a prax je nimi presýtená. To prináša celý rad problémov, ktoré neunikli pozornosti ani laickej verejnosti, z ktorých najväčším je hrozba úpadku *profesionality* učiteľa. Príčin je zaiste viac – zmenila sa spoločnosť, zmenili sa žiaci, zmenilo sa vzdelávacie prostredie, ale hlavne zmenilo sa postavenie učiteľa v spoločnosti. Aktuálne témy učiteľ, učiteľstvo, učiteľské fakulty a profesionalita sú vďačným zdrojom polemík mnohých autorov ako na Slovensku, tak v Čechách (napr. Svatoš, 2003; Helus, 2007; Gavora, 2008 a ďalší). Väčšina sa zjednocuje v názore, že profesionalita učiteľa je kategorický imperatív vzdelávania.

Jeho význam najmä z pohľadu odborových didaktík vystihuje výrok: „Kvalita vzdelávania nemôže byť vyššia ako kvalita učiteľov, ktorí ho poskytujú“ (Barber & Mourshed, 2007, cit. podľa Koršňáková, 2008: s. 141).

K zvyšovaniu profesionality učiteľov a k ich motivácii neustále sledovať aktuálne trendy v didaktike neprispievalo ani finančné poddimenzovanie škôl, ktoré sa ešte stále napriek opodstatnenej kritike odvíja od počtu študentov, čo má fatálny dopad najmä na učiteľské fakulty. Kvalitatívne kritériá sa do metodiky prerozdelenia financií veľmi ťažko presadzovali, aj to len v súvislosti s komplexnou akreditáciou vysokých škôl. Tým sa čoraz viac, najmä v didaktikách prírodovedných predmetov, prehlbovali problémy s doktorandským, habilitačným a inauguračným konaním, ale odrazili sa aj v príprave učiteľov, ktorá je poznačená poklesom kvalitných študentov na učiteľských fakultách. Najlepší študenti smerujú na komerčné fakulty alebo do zahraničia. Dôsledky z toho vyplývajúce neobišli ani didaktiku biológie, ktorá sa aj z tohto dôvodu vyvíjala na učiteľských fakultách veľmi nerovnomerne. Najväčšou príčinou bolo, že sa prerušila kontinuita *vedeckej prípravy* nových mladých didaktikov. Vznikal tak začarovaný kruh. Na jednej strane zvýšená potreba učiteľov – didaktikov, na druhej strane nedostupnosť vedeckej prípravy v odborovej didaktike – *didaktike biológie*, a to v tom čase na Slovensku aj v Čechách.

Zásadné zmeny v tejto situácii priniesla Bolonská deklarácia a na ňu nadväzujúce kroky na úrovni ministrov školstva európskych štátov, ktorá odštartovala štruktúrované štúdium, t.j. bakalársky, magisterský a doktorandský stupeň štúdia. Bolonská deklarácia bola silným impulzom pre transformáciu vysokého školstva členských krajín EÚ s konečným cieľom vybudovať Európsky vysokoškolský priestor. Tento cieľ sa mal dosiahnuť pomocou harmonizácie akademických titulov a charakteru štúdia pre jednotlivé odbory (Bolonský proces, 2009).

Avšak ani štruktúrované štúdium a následné reformné kroky nepriniesli očakávané univerzálne recepty, ktoré by urýchlili riešenie problémov na všetkých stupňoch vzdelávania. Školské systémy u nás, tak aj v nových krajinách EÚ museli prekonať zotrvačnosť tradícií v konfrontácii s novými trendmi vo vzdelávacej politike vyspelých krajín sveta, kým dospeli k spoločným cieľom a stratégiám smerujúcim k toľko očakávanej konvergencii vzdelávacích systémov a k funkčným riešeniam v prírodovedných predmetoch (Ušáková & Višňovská, 2005, 2009; Ušáková, Gálová & Čipková, 2010: s. 5).

Na pozadí týchto zmien sa aj učiteľské fakulty a ich materské univerzity dostali do situácie, ktorá si vynútila vyššiu úroveň vzájomnej spolupráce tak vo vede, aj ako vo výmene skúseností s prípravou budúcich učiteľov biológie. Výsledkom tohto úsilia boli aj úspešné konferencie s medzinárodnou účasťou k aktuálnym otázkam transformácie biologického vzdelávania na pôde Fakulty Prírodných vied Univerzity M. Bela v Banskej Bystrici v rámci Biologických dní (Ušáková, 1999), Univerzity K. Filozofa v Nitre (Čížková, 2002) a konferencia ScienEdu na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave (Ušáková & Višňovská, 2007). Tieto vedecké fóra plynulo nadviazali na spoločné konferencie o aktuálnych trendoch didaktiky biológie a geológie na Univerzite Karlovej v Prahe, ktoré priniesli celý rad pozitívnych podnetov pre učiteľskú prípravu aj didaktický výskum (Ušáková, 2001). Symbolom plodnej a produktívnej česko-slovenskej spolupráce na poli didaktiky prírodovedných, poľnohospodárskych a príbuzných odborov sa stali periodické konferencie, ktoré sa realizovali v Tatranskej Štrbe od roku 2006 do roku 2013. Tieto konferencie postupne získavali aj medzinárodný rozmer a boli vítanou platformou v identifikácii aktuálnych spoločných problémov a hľadanií riešení najmä v súvislosti s prepojením teórie a praxe v podmienkach celoživotného vzdelávania.

Pravdepodobne najväznejší spoločný problém, vyžadujúci komplexnú analýzu a systémové riešenia, je prudký pokles záujmu o prírodovedné a technické vzdelávanie, čo vyvolalo celý rad otázok smerujúcich najmä ku kvalite, funkčnosti a obsahu biologického vzdelávania na všetkých stupňoch škôl (Ušáková & Višňovská, 2007; Jaklová Dyrťová, 2008; Papáček, 2010). Táto skutočnosť korešponduje s výskumami, ktoré hovoria, že žiaci neobľubujú prírodovedné predmety a veľkému záujmu sa neteší ani biológia (Hrubišková, Gorčíková & Hyžová, 2008; Veselský & Podymáková, 2011). Prirodzeným dôsledkom tohto stavu je nízka úroveň prírodovednej gramotnosti 15ročných žiakov na Slovensku, ktorú opakovane potvrdili výsledky medzinárodných meraní OECD PISA, naposledy v r. 2012. Pokles vo výkonoch slovenských žiakov oproti výsledkom z r. 2009 je najdramatickejší zo všetkých zúčastnených krajín (NÚCEM, 2013). Výsledky medzinárodných výskumov vzdelávania – OECD PISA, IEA PIRLS a TIMSS, najmä analýza príčin, prečo je to tak, sa stala predmetom polemík mnohých štúdií a diskusných fór, ktoré inicioval najmä Národný ústav certifikovaných meraní – NÚCEM a ŠPÚ (Koršňáková, 2003; Koršňáková & Kovačová, 2007; Jelemenská, 2008; Held, 2011; Heldová, Kovačová & Galádová, 2013).

Nielen merania PISA OECD, ale aj mnohé naše výskumy, ktoré im predchádzali potvrdili, že žiaci vnímajú biológiu a prírodné javy vôbec ako akademickú vedu odtrhnutú od života a s problémami riešia úlohy abstraktnej povahy (Stewart, 1988; Ušáková & Adámková, 1995; Ušáková & Zeman 1998; Stewart & Kirk 1990; Miškovičová Hunčíková & Ušáková, 2009).

Spoločným menovateľom výskumom zistených faktov je izolovanosť osvojených poznatkov, neschopnosť žiakov nájsť súvislosti medzi javmi, nedostatočná schopnosť aplikácie teoretických poznatkov a systémového chápania biologického učiva (Ušáková, 1996: s. 5). Jednou z ciest ako tento problém úspešne riešiť je rozvíjanie kritického myslenia žiakov cez konkrétne progresívne techniky, metódy a stratégie vyučovania. To je jedným z vážnych impulzov smerujúcich ku kvalite prípravy budúcich učiteľov, ale aj ku kvalite výskumu, ktoré by mali tieto imperatívne dosahy výskumu reflektovať.

## 2 VÝSKUM V DIDAKTIKE BIOLÓGIE A DOKTORANDSKÉ ŠTÚDIUM

Jedným z významných indikátorov kvality vedného odboru je nesporne získanie spôsobilosti realizovať doktorandské štúdium a Akreditačnou komisiou priznané právo habilitácií a inaugurácií. Prirodzeným dôsledkom štruktúrovaného štúdia bolo oživenie vedeckej prípravy, teraz *doktorandského štúdia* vo vednom odbore *Teória vyučovania predmetov všeobecnovzdelávacej a odbornej povahy* v špecializácii *Teória vyučovania biológie*, ktorá neskôr v súlade s cieľmi a obsahom doktorandského štúdia zmenila svoj názov na výstižnejší – *Didaktika biológie*.

Doktorandský stupeň štúdia didaktiky biológie v novodobej histórii Slovenska mala akreditovaný z 8 fakúlt pripravujúcich budúcich učiteľov biológie len Prírodovedná fakulta Univerzity Komenského v Bratislave a Pedagogická fakulta Trnavskej Univerzity v Trnave. Obe fakulty mali v obmedzenom čase priznanú aj spôsobilosť habilitačného aj inauguračného konania vo vednom odbore *didaktika biológie*, ktorá aktuálne v čase práve prebiehajúcej komplexnej akreditácie na Slovensku naráža aj na generačný problém odchádzajúcich kvalifikovaných učiteľov, t.j. profesorov a docentov ochotných a oprávnených garantovať tento vedný odbor. Práve toto je ďalší

spoločný a pretrvávajúci problém takmer všetkých učiteľských fakúlt pripravujúcich budúcich učiteľov biológie na Slovensku.

Riešenie tejto situácie je v podstate len jedno – vybudovať kvalitné doktorandské štúdium, t.j. štúdium, ktorého výsledky výskumu budú mať minimálne európsky porovnateľnú publikačnú činnosť. Smerujú k tomu aj konkrétne kroky Akreditačnej komisie pri práve prebiehajúcej komplexnej akreditácii na Slovensku v snahe významne zvýšiť kvalitu vysokých škôl, predovšetkým učiteľských fakúlt. Limitujúcim faktorom je nastavenie náročných kritérií evaluácie vedecko-výskumnej práce, ktoré sa premietajú aj do habilitačných a inauguračných kritérií. To kladie nároky na zvyšovanie vedeckej intuície, t.j. citlivosti aj pri zadávaní tém dizertačných prác, aby reflektovali didaktické problémy nielen v regionálnom, ale aj v globálnom kontexte. Je to aj dôvod, pre ktorý sú témy dizertačných prác z didaktiky biológie úzko previazané s riešením výskumných projektov katedry. Kvalita publikačnej činnosti je nakoniec aj jedna z podstatných podmienok úspešnej obhajoby doktorandskej dizertačnej práce (PhD.). Je predpoklad, že práve tieto opatrenia povedú k zvýšeniu *vedeckosti* didaktiky, čo prinesie aj zvýšenie sebavedomia odborových didaktík, ktoré je však podmienené kvalitnými publikáciami, schopnými presadiť sa v medzinárodnej konkurencii.

Spoločným menovateľom vedecko-výskumnej práce a grantovej činnosti na KDPV je prepojenie výskumnej práce s prípravou budúcich učiteľov a v tejto súvislosti hľadanie odpovede na otázku: „*Ako zvýšiť kvalitu vzdelávania a poskytnúť žiakom a študentom adekvátne poznatky a kompetencie potrebné pre život?*“ Didaktiku biológie preto od začiatku vzniku katedry charakterizuje vysoká miera zapojenia v riešení vedecko-výskumných, rozvojových aj aplikačných projektov orientovaných na dva aktuálne smery výskumu. Prvý je zameraný na kurikulárnu transformáciu, najmä obsahovú predstavbu biológie gymnázia v súvislosti s dvojúrovňovým vzdelávaním. Predmetom tohto typu výskumu je tvorba a optimalizácia Štátneho vzdelávacieho programu (ŠVP) a didaktických manuálov k nemu (učebné texty, didaktické materiály, metodické príručky), t.j. funkčných nástrojov jeho realizácie. Druhý smer výskumu reflektuje modernizáciu vzdelávacieho procesu v biológii základnej a strednej školy v podmienkach digitalizácie vzdelávania. Súčasťou je výskum spojený s digitálnymi technológiami, ich implementáciou do procesu vyučovania na všetkých stupňoch vzdelávania, digitálnym vzdelávacím obsahom (DVO) – *Planéta vedomostí* a elektronickými učebnými materiálmi.

Didaktický výskum na KDPV má interdisciplinárny charakter. Sú v ňom zapojení nielen didaktici a doktorandi, ale aj učitelia, ktorí zabezpečujú pedagogicko-psychologické disciplíny a sociálno-vedný základ učiteľského štúdia v úzkej spolupráci s učiteľmi a výskumnými pracovníkmi z biologických katedier, fakultnými školami a ďalšími vzdelávacími inštitúciami (ŠPÚ, NÚCEM a i.). Charakteristickým znakom riešených projektov je, že všetky majú konkrétne výstupy do reálnej školskej praxe bez ohľadu na to, či ide o projekty grantovej agentúry VEGA, KEGA, APVV alebo ESF (Európskeho sociálneho fondu a štrukturálnych fondov). K projektom, ktorý predstavuje symbiózu oboch smerov výskumu, patril napr. projekt KEGA (2009) „*Tvorba vzdelávacieho štandardu k návrhu štátneho kurikula z biológie pre gymnáziá a inovácia metód, foriem a prostriedkov k jeho implementácii a rozvoja kľúčových kompetencií žiakov*“, riešený v rokoch 2009–2011 v spolupráci s ŠPÚ v Bratislave. Projekt si získal aj záujem učiteľov, pretože svojimi výstupmi bol priamo prepojený s potrebami praxe. Výstupy boli zamerané na oblasť:

- analýzy kurikulárnych trendov prírodovedného vzdelávania s dôrazom na biológiu vo vybraných krajinách EÚ a OECD (Ušáková, Gálová & Čipková, 2010),

- projektovania nového obsahu biológie na gymnáziách (ŠPÚ, 2009),
- tvorby a overovania vytvoreného vzdelávacieho štandardu z biológie pre gymnáziá (napr. Miškovičová Hunčíková, Ušáková & Čipková, 2009),
- inovácií metód, foriem a prostriedkov biologického vzdelávania a rozvoja kľúčových kompetencií žiakov vytvorením metodických materiálov a učebných textov k učivu ŠVP z biológie vydaných v elektronickej forme (CD ROM), ktoré obsahujú didaktické testy, učebné úlohy zamerané na rozvíjanie nižších a vyšších kognitívnych procesov aj na rozvíjanie prírodovednej gramotnosti, pracovné listy – klasické aj interaktívne vytvorené v aplikácii *Adobe LiveCycle* k vybranému učivu ŠVP, ukážky projektového vyučovania z biológie, RAFT exkurziu a i., napr. Ušáková et al. (2011).

Na KDPV sme sa aktívne podieľali aj na riešení národných a medzinárodných projektov, z ktorých dodnes svojimi výstupmi a dosahom na prax rezonuje medzi učiteľmi nielen prírodovedných predmetov národný projekt *Infovek* a medzinárodný projekt *RAFT*. Obidva projekty boli zamerané na implementáciu digitálnych technológií v spojení s inovatívnymi vyučovacími metódami do vyučovania. Cieľom bolo rozvíjanie digitálnej gramotnosti nielen žiakov, ale aj učiteľov a študentov – budúcich učiteľov, pre ktorých bol v rámci napr. projektu *Infovek* zriadený aj doteraz fungujúci edukačný portál s rôznorodým a bohatým, priebežne aktualizovaným didaktickým materiálom (Infovek, 2011).

Projekt RAFT (*angl. Remote Accessible Field Trips*), t.j. vzdialené, na diaľku riadené on-line terénne cvičenia, bol projektovou víziou Európskej komisie. Priniesol do škôl v tom čase úplne nové vyučovacie technológie založené na e-learningu a m-learningu, tiež obsah aj kompetencie, na ktoré nadväzujú originálne a tvorivé pedagogické postupy vo vyučovaní biológie a geografie. Zameraním, obsahom a technologickým vybavením patril do skupiny bádateľsky orientovaných projektov (IBSE), ktorý staval na rozvíjaní kľúčových kompetencií žiakov. Hlavným výskumným cieľom medzinárodného tímu riešiteľov projektu RAFT (Slovensko, Veľká Británia, Nemecko, Kanada) bolo poukázať na výhody takejto formy učenia sa a technickú realizovateľnosť na diaľku riadených terénnych exkurzií (Karolčík, 2002: s. 11–13).

Projekt RAFT odštartoval novú etapu výskumu, ktorej zameranie, obsah a výsledky sa priamo premietajú do skvalitnenia a modernizácie vyučovania prírodovedných predmetov a do učiteľskej prípravy na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského. Výskum tejto etapy sleduje nielen funkčné využívanie didaktických prostriedkov, ale najmä úlohu učiteľa v tomto procese v súlade s výrokom Petláka (2008: s. 2): „Aj najlepšie spracovaný obsah učiva aj najmodernejšie učebnice, ba aj najnovšia technika v školách nezmenia priebeh, úroveň, kvalitu a efektívnosť vyučovania a výchovy, ak za všetkým týmto nebude stáť vysoko zodpovedný a tvorivý učiteľ.“

Medzi takéto projekty patria aj projekty KEGA, napr. *Umenie prezentácie a komunikácie ako súčasť inovácie obsahu a metód prípravy učiteľov prírodovedných predmetov, Digitálne technológie vo vzdelávaní, Mobilné prírodovedné vzdelávanie*. Z projektov agentúry APVV je to napr. projekt *Optimalizácia tvorby a evaluácie edukačných programov a elektronických učebných materiálov*. V spolupráci s pracovníkmi Katedry ekológie a Katedry zoológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského aktívne participujeme aj na výskumnom projekte KEGA: *Život a voda – modelové aplikácie a námety k výučbe biológie na gymnáziách* (KEGA, 2012a). Hlavným cieľom projektu je vytvorenie didaktických materiálov a realizácia terénnej



exkurzie k téme *Život a voda* pre učiteľov biológie z praxe a študentov – budúcich učiteľov biológie (bližšie Bulanková, 2013; Cibulková & Ušáková, 2013).

V rámci riešenia projektov vznikali edukačné portály, ktoré svojim obsahom ponúkajú učiteľom možnosti ako zatriktívniť prírodovedné vzdelávanie, ukázať žiakom prácu vedcov, a tak ich motivovať pre štúdium prírodných vied, ale aj skvalitniť poznávací proces a prepojiť teóriu s praktickým využitím poznatkov (Ušáková & Čipková, 2012a: s. 4).

Príkladom je portál *Virtuálne prírodovedecké laboratórium* (2011). Projekt sa zaoberal možnosťami využitia digitálnych technológií v poznávacom procese, napr. on-line realizované a archivované experimenty na špecializovaných pracoviskách Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave. Na portáli môžu učitelia nájsť aj návrhy rôznych vzdelávacích aktivít a projektov, videozáznamy prírodovedných experimentov, ktoré nie je možné realizovať v škole a záznamy uskutočnených videokonferencií (Ušáková & Čipková, 2012a: s. 4–5).

Didaktici z KDPV sa aktívne podieľajú aj na riešení rozvojových projektov, napr. *Pilotný projekt vzdelávania zamestnancov v profesných zručnostiach pre trh práce spoločnosti založenej na vedomostiach*, riešený v r. 2007 a 2008 v rámci ESF. Od r. 2009 beží projekt *Zber analýza a výmena poznatkov pre prípravu medzinárodného projektu výskumu v oblasti realizácie reformy vzdelávania v prírodovedných predmetoch*. Spolu s NÚCEM projekt *Zvyšovanie kvality vzdelávania na základných a stredných školách s využitím elektronického testovania*, riešený v r. 2013–2014.

V spolupráci s Prírodovedeckou fakultou Univerzity P. J. Šafárika v Košiciach bol riešený v r. 2009–2013 národný rozvojový projekt *Modernizácia vzdelávacieho procesu na základných školách a Modernizácia vzdelávacieho procesu na stredných školách* (MVP, 2009). Projekt svojim obsahom, rozsahom a výsledkami mal pozitívny dopad na edukačnú prax a úmerne tomu sa tešil aj vysokému záujmu učiteľov. Jeho podstatou bola implementácia digitálnych technológií a inovatívnych vyučovacích metód do vyučovania vybraných, nielen prírodovedných predmetov. Prínosom projektu bola aktívna spolupráca s učiteľmi z praxe, ktorí sa podieľali na tvorbe didaktických materiálov určených na akreditované vzdelávanie učiteľov, ktoré v rámci tohto projektu absolvovalo viac ako šesť tisíc učiteľov.

Naše pracovisko sa aktívne zapojilo aj do procesu odbornej korektúry a optimalizácie digitálneho vzdelávacieho obsahu – DVO *Planéta vedomostí* pre ISCED1 až ISCED3. Práca na DVO prebiehala v úzkej spolupráci s učiteľmi z praxe, ŠPÚ a edukačným laboratóriom *Edulab*. Výsledkom tejto spolupráce bolo sprístupnenie portálu *Planéta vedomostí* (2013) pre učiteľov a žiakov základných a stredných škôl na Slovensku aj pre širokú verejnosť.

Portál obsahuje profesionálne spracovaný digitálny obsah piatich prírodovedných predmetov vrátane prírodovedy a biológie. Štruktúra digitálneho obsahu je flexibilná a je možné ju čiastočne upravovať podľa ŠVP, konkrétnej učebnice alebo špecifického vzdelávacieho konceptu (Ušáková & Čipková, 2012a: s. 5). Umožňuje každému učiteľovi zostaviť scenár hodiny tak, aby zodpovedal cieľom v súlade so ŠVP a zohľadňoval vzdelávacie predpoklady žiakov (napr. Kimáková & Ušáková 2010: s. 184–221).

V kombinácii s vhodným didaktickým spracovaním učiva učiteľom DVO zjednocuje základné požiadavky školskej reformy ponukou možností rozvíjania interaktivity, vizualizácie a kľúčových kompetencií žiakov. Je len na učiteľovi ako tieto možnosti didakticky využije, aby zodpovedali cieľom učebného predmetu biológia v rámci požiadaviek ŠVP pre rôzne úrovne vzdelávania ISCED1, ISCED2, ISCED3 (Ušáková, Čipková & Sivák, 2013: s. 44).

### 3 DIDAKTIKA BIOLÓGIE A PRÍPRAVA UČITEĽOV

Príprava učiteľov biológie otvára celý rad otázok, ktoré súvisia so stavom prírodovedného vzdelávania, nástupom digitalizácie a narastajúcim nezaujmom žiakov o prírodné vedy na jednej strane a nebývalým rozmachom biologických vied a ich diverzifikáciou na strane druhej v kontexte formujúcej sa multidisciplinárnej paradigmy prírodovedného vzdelávania (Škoda & Doulík, 2009: s. 41). To kladie vysoké nároky na proces permanentnej transformácie výsledkov vedy biológie do predmetu biológia na všetkých úrovniach vzdelávania. Namiesto je preto otázka: „*Ako v týchto podmienkach nastaviť kvalitnú didaktickú prípravu budúcich učiteľov biológie?*“

Práve prebiehajúca komplexná akreditácia vysokých škôl na Slovensku je dostatočným dôvodom, aby sa proces transformácie vzdelávania zavíril aj na úrovni vysokých škôl. Na PRIFUK to znamenalo predovšetkým zásadnú prestavbu študijných programov, ktorá sa dotkla všetkých sekcií fakulty – biologickej, chemickej, geografickej, geologickej a environmentálnej, vrátane učiteľského štúdia. Proces optimalizácie starých a tvorba nových študijných programov trval viac ako rok. V učiteľskom štúdiu sú výsledkom zmeny v štruktúre a obsahu predmetov. Vznikol priestor aj na *prierezové témy* interdisciplinárneho zamerania obsiahnuté v samostatných študijných programoch a vo výberových predmetoch, ktoré kopírujú aktuálny obraz vedy a požiadavky praxe. Cieľ je, aby naši absolventi učiteľstva boli flexibilnejší a aby sa mohli lepšie presadiť v konkurenčnom prostredí na trhu práce a najmä, aby boli schopní *prípraviť sa a pripravovať* na celoživotné vzdelávanie.

Zásadné zmeny si vyžiadalo aj učiteľské štúdium biológie s cieľom, aby študijný program pokrývali proporcionálne témy sociálnovedného, pedagogického a psychologického základu učiteľstva a predmetových aprobácií s dôrazom na didaktiku biológie v 1. a 2. stupni štúdia. K tradičným predmetom spoločného základu pribudli dva povinné predmety v Bc. stupni štúdia – *Pedagogická komunikácia* a *Školský manažment*. V bakalárskom aj v magisterskom stupni napr. aj predmet *Metodológia pedagogického výskumu*, ktorý môže pozitívne ovplyvniť kvalitu záverečných prác – bakalárskych aj magisterských.

Predmety biologickej prípravy prešli tiež komplexnou prestavbou a sú koncipované tak, aby absolvent na teoretickej a praktickej úrovni ovládal základnú štruktúru a obsah systematických a dynamických biologických disciplín, ich význam pre prírodu a človeka, aplikácie v biotechnológiách a nanotechnológiách a využitie pre skvalitnenie a ochranu života a zdravia človeka. Špecializované poznatky z najnovších interdisciplinárne zameraných prírodovedných poznatkov, vrátane matematiky a fyziky, študenti získavajú z ponuky výberových predmetov.

Rozšírili sme aj ponuku didaktických predmetov najmä v súvislosti s nástupom digitalizácie do života školy. V tomto smere je dôležité študentom – budúcim učiteľom ukázať, že digitalizácia je síce nevyhnutný proces, ale jej zmysluplné využitie v škole a teda aj efektívnosť na tieto účely vynaložených finančných prostriedkov závisí predovšetkým od schopnosti učiteľa digitálne technológie ovládať a funkčne ich využívať (Ušáková & Čipková, 2012a, 2012b).

Profilovým didaktickým predmetom je *Didaktika biológie*, ktorá začína na Bc. stupni štúdia. Jej obsahom je všeobecná didaktika biológie, transformácia biologického vzdelávania, *Štátny vzdelávací program* (ŠVP) – obsahový, výkonový štandard, *Školský vzdelávací program* (ŠkVP), didaktický systém a učebnice biológie pre ISCED2 a ISCED3, digitálny vzdelávací obsah – DVO *Planéta vedomostí*, zákonitosti operacionalizácie cieľov z pohľadu Bloomovej revidovanej taxonómie, formy, metódy a prostriedky vyučovania biológie, pravidlá usmerňovania vyučovacieho pro-

cesu a výchovné aspekty vyučovania. To je nevyhnutný základ pre tvorbu scenárov vyučovacích hodín ako prípravu na súvislú pedagogickú prax. V Mgr. stupni štúdia *Didaktika biológie 1, 2* je zameraná na témy špeciálnej didaktiky biológie, ktorá integruje odbornú, pedagogicko-psychologickú a praktickú zložku učiteľskej prípravy. Inovovaný obsah kladie dôraz na získanie vedomostí, nácvik a rozvíjanie zručností spojených s projektovaním vyučovacieho procesu (scenár hodiny) na ZŠ a gymnáziu aj s podporou DVO a DT. Na konkrétnych ukázkach z učiva biológie sa prezentujú zásady didaktickej analýzy učiva, ktoré študenti aplikujú formou demonštrácie výstupových hodín v rámci seminárov. V nich by sa mali uplatniť aj prvky problémového a projektového vyučovania, techniky rozvíjania kritického myslenia (napr. EUR), využitie rôznych typov učebných úloh zameraných na špecifický a nešpecifický transfer aj komplexných úloh vo vyučovaní biológie. Tvorba, demonštrácia a didaktická analýza – rozbor výstupových hodín je prípravou na hospitačnú a výstupovú súvislú pedagogickú prax.

Cieľom predmetu *Pedagogická prax z biológie* na Bc. aj Mgr. stupni štúdia je v reálnom edukačnom prostredí aplikovať získané teoretické vedomosti študentov, rozvíjať ich praktické zručnosti a didaktické kompetencie cez konkrétne učivo biológie ISCED2 a ISCED3 podľa ŠVP a ŠkVP.

*Didaktika školských pokusov z biológie 1, 2* je v Mgr. stupni štúdia ťažiskový didaktický predmet, na ktorom študenti priamo aplikujú teoretické poznatky do nácviku praktických zručností a metód práce v školskom prírodovednom laboratóriu využívaním algoritmov vedeckej práce, ktoré vedú k rozvíjaniu kľúčových kompetencií. Obsahom predmetu je komplexná príprava, realizácia a demonštrácia pozorovaní a pokusov, príprava natívnych preparátov a tiež štruktúra a obsah protokolov (Čipková, Gálová & Ušáková, 2006). Študenti využívajú klasickú laboratórnu techniku, najnovšie digitálne technológie a počítačom podporované prírodovedné laboratórium (PPPL). Pridanou hodnotou realizovania pokusov v počítačom podporovanom prírodovednom laboratóriu (napr. využitím *CoachLab*, *Vernier LabQuest*, *CBL*) je možnosť uplatňovať v školskom laboratóriu základné princípy vedeckého výskumu, a tým simulovať podmienky práce vedcov. Študenti sa tiež oboznamujú s koncepciou IBSE a ukázkami aktivít založených na IBSE (na Slovensku prekladané ako *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania* alebo v Čechách používaný názov *Bádateľsky orientované prírodovedné vzdelávanie*).

V bakalárskom stupni ponúkame dva inovované povinné predmety, a to *Digitálne technológie vo vzdelávaní* a *Informačné a komunikačné technológie*. V magisterskom stupni sú zaradené obsahovo inovované predmety *Informačné a komunikačné technológie 1 a 2*, ktoré odrážajú súčasnú technickú úroveň v digitálnych technológiách a možnosti ich edukačného využitia (napr. interaktívny didaktický systém, softvérové aplikácie pre tvorbu interaktívnych pracovných listov a testov, videokonferenčné systémy a i.). Dôraz sa však nekladie len na získanie zručností práce s jednotlivými aplikáciami a technologickými riešeniami, ale najmä na ich zmysluplnú didaktickú aplikáciu do vyučovania biológie (Ušáková, Čipková & Sivák, 2013: s. 45–46).

Efektívne prepojenie teórie a praxe ako v biologických, tak aj v didaktických disciplínach realizujeme zapojením študentov do grantovej činnosti aj v rámci záverečných prác (bakalárske, diplomové, rigorózne). Na kvalitatívne novú úroveň sme postavili spoluprácu školy a praxe, napríklad aj tým, že študenti časť vyučovania majú možnosť absolvovať v edukačnom laboratóriu *Edulab*, ktorý organizuje prednášky, semináre, workshopy a tvorivé dielne z didaktík vybraných predmetov, vrátane prírodovedných. Praktické aktivity vedú lektori a skúsení učители z praxe, ktorí sprístupňujú svoje ukážky hodín s využitím inovatívnych vyučovacích metód

na edukačnom portáli (EduLab, 2013). Portál je prístupný všetkým záujemcom o inovácie v edukácii.

Ďalším príkladom tvorivej spolupráce školy a praxe je projekt „*Inkubátor inovatívnych učiteľov prírodovedných predmetov na ZŠ a SŠ*“, v rámci ktorého sa realizoval *Inovatívny semester výučby v predmetových didaktikách pre budúcich učiteľov prírodovedných predmetov* v spolupráci s učiteľmi z praxe. Jeho cieľom bolo na konkrétnych príkladoch z učiva biológie ŠVP ukázať študentom učiteľstva:

- nové trendy, inovatívne metódy a vyučovacie stratégie vo vyučovaní biológie na ZŠ a gymnáziách s podporou digitálnych technológií (techniky čítania odborného textu s porozumením – metóda INSERT, K otázky, technika EUR a i.), projektové metódy alebo ich prvky, práca s hlasovacím zariadením, počítačom podporované merania (napr. *Vernier*, *Coach* a i.),
- praktické aplikácie s využitím portálu *Planéta vedomostí* a interaktívnej tabule (*Active Board*, *Qomo*, *HITACHI*),
- ako sa tvoria interaktívne pracovné listy v *Adobe LiveCycle*, interaktívna vyučovacia metóda *Peer Instruction*, ako sa tvoria testy a pracovné listy v prostredí *Moodle* a i.,
- využitie Bloomovej revidovanej taxonómie v praxi, metódy a techniky *formatívneho hodnotenia*,
- reformnopedagogické školy – škola Marie Montessori, Daltonský plán, Waldorfské školy a i.

Študenti v spolupráci s lektormi z praxe a didaktikmi sú zapojení do praktických aktivít, riešenia a tvorby didaktických materiálov, ktoré súvisia s príslušnou témou inovatívneho vzdelávania (KEGA, 2012b).

## 4 ZÁVER

Didaktika biológie na Slovensku napriek mnohým úskaliam, ktorým musela čeliť v procese spojeným s transformáciou vzdelávania a hľadaním cesty vlastnej emancipácie, má dnes už svoje pevné miesto nielen v štruktúre učiteľských fakúlt, ale aj v povedomí jej študentov, budúcich učiteľov biológie.

Prácu didaktikov biológie navonok prezentuje publikačná činnosť a aktivita v rámci podporných vzdelávacích inštitúcií (napr. Metodicko-pedagogické centrá, ŠPÚ, NÚCEM a i.). Výsledkom tejto spolupráce je aj tvorba kurikula, vrátane učebníc, učebných textov, skript a vzdelávacích materiálov pre učiteľov a študentov (napr. ŠPÚ, 2009; Višňovská & Ušáková et al., 2008, 2012 a i.).

Významným komunikačným a informačným prostriedkom didaktikov prírodovedných predmetov a všetkých učiteľov a študentov, ktorí sa zaujímajú o problémy prírodovedného vzdelávania je jediný didaktický, prírodovedne zameraný časopis pre školy na Slovensku – *Biológia, ekológia, chémia*. Od r. 1995 ponúka prehľadové aj výskumné štúdie najnovších vedeckých výsledkov v biologických vedách, chémii, ekológii, environmentalistike a ich didaktikách. Jeho záber je široký, pretože sa snaží osloviť učiteľov od základnej školy až po študentov a učiteľov vysokých škôl. Dnes vychádza len v elektronickej forme (*Biológia, ekológia, chémia*, 2009).

Rozvoj didaktiky biológie, ako sme už naznačili, podmieňuje predovšetkým kvalita jej doktorandského štúdia a kvalita výskumu, pretože od nich závisí aj kvalita didaktickej prípravy budúcich učiteľov na učiteľských fakultách. A tu narážame hneď

na niekoľko problémov. *Je výskum, ktorého výstupmi sú učebnice a metodické materiály pre učiteľov, dostatočne vedecký? Kto by mal tvoriť metodické materiály, ktoré sú učiteľmi také žiadané a ktoré by mali byť výstupmi serióznych výskumov – didaktici alebo učelia z praxe? Majú didaktici písať učebnice prírodovedných predmetov a k nim prislúchajúce didaktické materiály alebo sa orientovať len na „základný didaktický výskum“ v oblasti fundamentálnych problémov výskumu školy a vzdelávania?*

Tieto otázky reflektujú tradičný problém pedagogického výskumu, ktorým je u nás istá miera podceňovania jeho metodologických aspektov. Švec (1994, cit. podľa Lokšová & Lokša, 2004: s. 24) zdôrazňuje, že „tento jav dominuje najmä pri časopi-seckých štúdiách a výskumných prácach orientovaných na oblasť didaktiky“.

Zdrojom *polemík* môžu byť aj problémy spojené so štruktúrovaným učiteľským štúdiom. Je to v rozpore nielen s našou tradíciou, ale aj existujúcou legislatívou. Za tri roky štúdia nie je možné získať *pedagogicko-psychologickú spôsobilosť* a už vôbec nie *odbornú – predmetovú*, dokonca ako je to na Slovensku legislatívne pevne ukotvené, *dvojpredmetovú*. Naše priame skúsenosti s uplatnením absolventov baka-lárskeho stupňa štúdia v učiteľských kombináciách sú také, že reálne sa v školstve z nich uplatní len zanedbateľný počet. Súčasný trh práce v školstve nie je na ab-solventov 1. stupňa učiteľského štúdia dostatočne pripravený a pristupuje k nim s nedôverou.

Ďalším problémom, a to nielen odborových didaktikov, je „*zjednotená príprava*“ budúcich učiteľov na učiteľských fakultách, ktoré dnes už nediferencujú prípravu učiteľov biológie pre nižšie a vyššie sekundárne vzdelávanie (2. stupeň ZŠ a SŠ). Riešenie tohto problému na špecializované zameranie fakúlt buď na učiteľstvo bioló-gie ZŠ alebo SŠ priamo súvisí s metodikou prerozdelenia financií a oprávnenými obavamí fakúlt z nedostatku študentov.

Nejednotne a možno aj nekoncepčne je na Slovensku riešený problém, do akej miery a za akých podmienok zakomponovať do prípravy budúcich učiteľov biológie geologickú prípravu, vrátane jej didaktiky. Celý rad problémov vyvolávajú otázky spojené s celoživotným vzdelávaním a atestačnými skúškami učiteľov. V tejto súvis-losti mi nedá nespomenúť aj potrebu zvyšovania úrovne požiadaviek na atestačné skúšky, aby učelia boli motivovaní v konfrontácii s edukačnými problémami, na ktoré vo svojej práci narážajú, realizovať napr. *akčný výskum*, viac sa zaujímať o di-daktickú literatúru, aby mali potrebu publikačne sa vyjadriť, aby boli schopní seba-reflexie. Na druhej strane je otvorená otázka: *Ako výraznejšie odmeňovať aktívnych, inovatívnych a činorodých učiteľov?*

Jednoznačné odpovede a riešenia na tieto možno aj provokatívne otázky v tejto chvíli asi neexistujú. Každá odpoveď môže byť živnou pôdou pre mnohorakosť pohľadov na tieto problémy. Ich riešenie si však určite zaslúži vyššiu mieru spolupráce všet-kých zainteresovaných aj odborových didaktikov s decíznou sférou, vrátane Akredi-tačnej komisie.

*Príspevok v skrátenej verzii odznel v rámci plenárnych prednášok na konferen-cii „Trendy v didaktice biológii“ 2. a 3. ríjna 2014 v Prahe a vznikol s čiastočnou podporou projektu KEGA č. 035UK-4/2012 „Inkubátor inovatívnych učiteľov príro-dovedných predmetov na ZŠ a SŠ“.*

## LITERATURA

- Barber, M. & Mourshed, M. (2007). How the world's best performing school systems come out on top. London: McKinsey. In Koršňáková, P. (2008). Ako sa najlepšie školské systémy sveta dostali na špičku. [Recenzia]. *Pedagogické spektrum*, XVII(1), 141–143.
- Biológia, ekológia, chémia (2009). Dostupné z <http://bech.truni.sk/>
- Bolonský proces – reforma univerzít v ďalšom desaťročí. (2009). In *Europa: Press releases rapid*. Dostupné z [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-09-615\\_sk.htm?locale=en#fn2](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-09-615_sk.htm?locale=en#fn2)
- Bulánková, E. (2013). Vzdelávanie učiteľov biológie o vodných ekosystémoch. *Biológia, ekológia, chémia*, 17(2), 27–28.
- Cibulková, J. & Ušáková, K. (2013). „*Život a voda – didaktický manuál z biológie 1.*“ [CD-ROM]. Bratislava: Dr. Jozef Raabe Slovensko, s.r.o.
- Čípková, E., Gálová, T. & Ušáková, K. (2006). *Praktické cvičenia v novej koncepcii vyučovania biológie*. Bratislava: PRIFUK.
- Čížková, V. (2002). Jak koncipovat učivo středoškolské biologie. In Jančová, A., Páleníková, A. (Eds.), *Biologické dni* (9–10). Nitra: Fakulta prírodných vied UKF.
- Dostál, P. (2010). Didaktika biologie – vývoj a současnost. *Scientia in educatione*, 1(1), 125–132. Dostupné z <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/viewFile/9/10>
- EduLab (2013). Dostupné z <http://tuul.sk/>
- Gavora, P. (2008). Učiteľovo vnímanie svojej profesijnej zdatnosti (self-efficacy). Prehľad problematiky. *Pedagogika*, LVIII(3), 222–235.
- Held, L. (2011). Konfrontácia koncepcií prírodovedného vzdelávania v Európe. *Scientia in educatione*, 2(1), 69–79. Dostupné z <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/viewFile/18/17>
- Heldová, D., Kováčová, J. & Galádová, A. (2013). *Výsledky štúdie OECD PISA 2009 zaoštréné na čitateľskú gramotnosť. [Tematická správa]*. Bratislava: NÚCEM. Dostupné z [http://www.nucem.sk/documents//45/aktivita\\_3\\_3/1\\_pracovne\\_stretnutie/PISA\\_web.pdf](http://www.nucem.sk/documents//45/aktivita_3_3/1_pracovne_stretnutie/PISA_web.pdf)
- Helus, Z. (2007). Pedagogické fakulty a profesionalita učiteľů. *Pedagogika*, LVII(4), 309–311.
- Hrubíšková, H., Gorčíková, M. & Hyžová, D. (2008). Postoje a štruktúra učebnej motivácie žiakov gymnázia v predmetoch biológia a chémia. *Pedagogické spektrum*, 17(2), 104–115.
- Infovek (2011). *Infovek – Biológia*. Dostupné z <http://www.infovek.sk/predmety/biologia/index.php>
- Janík, T. & Stuchlíková, I. (2010). Oborové didaktiky na vzestupu: prehľad aktuálných vývojových tendencií. *Scientia in educatione*, 1(1), 5–32. Dostupné z <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/viewFile/3/4>
- Jaklová Dytrtová, J. (2008). Efektivita vzdělávání na universitách. In Sandanusová, A., Matejovičová, B. & Dytrtová, R. (Eds.), *Initial teacher training in context of European education* (9–14). Praha: EDUCO 5.
- Jelemenská, P. (2008). Aký význam má realizácia medzinárodných štúdií? Niektoré aspekty v súvislosti s transformáciou vzdelávania v Spolkovej republike Nemecko. *Pedagogické spektrum*, XVII(1), 60–88.

- Karolčík, Š. (2002). RAFT – vzdelávanie budúcnosti. *Technológia vzdelávania*, 10(8), 11–13.
- Kimáková, K. & Ušáková, K. (2010). Planéta vedomostí útočí. In Ušáková, K., Čipková, E. (Eds.), *Využitie informačných a komunikačných technológií v predmete biológia pre stredné školy* (184–221). Košice: elfa, s.r.o.
- KEGA (2009). Dostupné z <https://www.portalvs.sk/sk/prehľad-projektov/kega/3453>
- KEGA (2012a). Dostupné z <http://www.aquawis.eu/aqua/>
- KEGA (2012b). Dostupné z <http://inkubatorucitelov.eskola.sk>
- Koršňáková, P. (2003). Medzinárodné hodnotenie prírodovednej gramotnosti v štúdiu OECD PISA (a vzdelávací štandard z Prírodopisu). *Pedagogická revue*, 55(5), 511–523.
- Koršňáková, P. & Kováčová, J. (2007). *PISA 2006 – Národná správa*. Bratislava: ŠPÚ.
- Kotásek, J. (2001). Oborové didaktiky v nových podmínkach vývoje spoločnosti a vzdelávani. In Švecová, M., Horychová, I. & Stoklasa, J. (Eds.), *Didaktika biologie a didaktika geologie, súčasnosť a perspektívy* (2–6). Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta.
- Kotásek, J. (2003). Modely školy budoucnosti. *Pedagogická revue*, 55(1), 5–20.
- Miškovičová Hunčíková, I. & Ušáková, K. (2009). Experimentálne overovanie alternatívneho obsahu biológie na gymnáziách. In Sandanusová, A. & Illášová, Ľ. (Eds.), *New trends in the didactic training of teachers* (19–24). Praha: EDUCO 8.
- Miškovičová Hunčíková, I., Ušáková, K. & Čipková, E. (2009). Overovanie nového vzdelávacieho štandardu z biológie tematických celkov „Životné prostredie a organizmy“, „Život a voda“. *Technológia vzdelávania – Slovenský učiteľ*, XVII(7), 14–17.
- MVP (2009). Dostupné z <https://www.modernizaciavzdelavania.sk/ProjectInfo.aspx>
- NÚCEM (2013). *Výsledky slovenských 15-ročných žiakov sa podľa medzinárodnej štúdie OECD PISA 2012 zhoršili*. Dostupné z <https://www.minedu.sk/vysledky-slovenskych-15-rocnych-ziakov-sa-podla-medzinarodnej-studie-oecd-pisa-2012-zhorsili/>
- Papáček, M. (2010). Badatelsky orientované prírodovedné vyučovanie – cesta pro biologické vzdelávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*, 1(1), 33–49. Dostupné z <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/viewFile/4/5>
- Petlák, E. (2008). Reforma školy a súvislosti. *Pedagogické spektrum*. Bratislava: Štátny pedagogický ústav, XVII(2), 1-9.
- Planéta vedomostí (2013). Dostupné z <http://planetavedomosti.iedu.sk/>
- Svatoš, T. (2003). Koncepty dovedností učiteľské prípravy. *Pedagogická revue*, 55(5), 441–455.
- Stewart, J. H. (1988). Potential learning outcomes from solving genetics problems: A typology of problems. *Science Education*, 72(2), 237–254.
- Stewart, J. H. & Kirk, J. V. (1990). Understanding and problem solving in classical genetics. *International Journal of Science Education*, 12(5), 575–588.
- ŠPÚ (2009). *Štátny vzdelávací program pre gymnáziá. Biológia, príloha 3 – ISCED 3A*, 1. upravená verzia (28. 5. 2009). Dostupné z [http://www.statpedu.sk/documents//24/standardy\\_2009/Biologia\\_ISCED\\_3A.pdf](http://www.statpedu.sk/documents//24/standardy_2009/Biologia_ISCED_3A.pdf)
- Škoda, J. & Doulík, P. (2009). Vývoj paradigmat prírodovedného vzdelávani. *Pedagogická orientace*, 19(3), 24–44.

- Švec, Š. (1994). Konceptie metodológie vied o výchove. In Lokšová, I. & Lokša, J. (2004). Aktuálne problémy pedagogického výskumu. *Pedagogické spektrum*, XIII(9/10), 23–27.
- Tůma, M. (2003). Vzdelávanie v ekonomickej optike súčasnosti. *Pedagogická revue*, 55(1), 21–35.
- Ušáková, K. (1996). Aktuálne o vyučovaní biológie. *Biológia, ekológia, chémia*, 1(1), 5–6.
- Ušáková, K. (1999). *Transformácia prírodopisu v základnej škole a biológie v gymnáziu so štvorročným a osemročným štúdiom*. In Alberty, R. (Ed.), *Biologické dni* (9–13). Banská Bystrica: Fakulta prírodných vied UMB.
- Ušáková, K. (2001). Didaktika biológie, obsah a inovačné trendy v príprave budúcich učiteľov. In Švecová, M., Horychová, I. & Stoklasa, J. (Eds.), *Didaktika biologie a didaktika geologie, súčasnosť a perspektívy* (13–15). Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta.
- Ušáková, K. & Adámková, J. (1995). Skúsenosti s úrovňou osvojenia vybraných častí biologického učiva na gymnáziu s využitím prvkov a postupov problémového vyučovania. *Technológia vzdelávania*, III(10/95), 14–15.
- Ušáková, K. et al. (2011). *Tematické pracovné listy a RAFT – exkurzia k ŠVP z biológie pre gymnázia*. [CD-ROM]. Bratislava: Univerzita Komenského.
- Ušáková, K. & Čipková, E. (2012a). Rozvíjanie kľúčových kompetencií a e-obsah vo vyučovaní biológie. *Biológia, ekológia, chémia*, 16(1), 2–6.
- Ušáková, K. & Čipková, E. (2012b). Digitálna kompetencia a možnosti jej rozvíjania v biológii. *Technológia vzdelávania – Slovenský učiteľ*, 20(2), 3–7.
- Ušáková, K., Čipková, E. & Sivák, M. (2013). Digitálne technológie a didaktická príprava budúcich učiteľov. In Sandanusová, A. (Ed.), *Priority of tertiary education teachers of natural science, agricultural and related fields* (42–47). Praha: EDUCO 12.
- Ušáková, K., Gálová, T. & Čipková, E. (2010). *Biológia v Štátnom vzdelávacom programe ISCED3 na Slovensku a kurikulárne trendy v biologickom vzdelávaní vo vybraných krajinách EÚ a sveta*. Bratislava: Univerzita Komenského.
- Ušáková, K. & Višňovská, J. (2005). Ako ďalej v biológii v gymnáziách? – súčasná prax, možnosti a perspektívy. *Biológia, ekológia, chémia*, 10(1), 2–6.
- Ušáková, K. & Višňovská, J. (2007). Prečo je biológia ťažká a čo robiť, aby nebola alebo možnosti ako skvalitniť obsah biológie na gymnáziu. In Tóthová, A. & Veselský, M. (Eds.), *ScienEdu – Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodovedných predmetov* (53–57). Bratislava: Prírodovedecká fakulta UK.
- Ušáková, K. & Višňovská, J. (2009). Bude nová učebnica biológie funkčný nástroj pre učiteľov a žiakov? In Nogová, M. & Reiterová, M. (Eds.), *Kurikulum a učebnice z pohľadu pedagogického výskumu* (132–140). Bratislava: ŠPÚ.
- Ušáková, K. & Zeman, M. (1998). Úroveň pochopenia fyziologických pojmov žiakmi gymnázií. *Biológia, ekológia, chémia*, 3(2), 5–10.
- Višňovská, J. & Ušáková, K. et al. (2008). *Biológia pre 1. ročník gymnázií – Svet živých organizmov*. Bratislava: Expol Pedagogika, s.r.o.
- Višňovská, J. & Ušáková, K. et al. (2012). *Biológia pre 2. ročník gymnázia a 6. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava: SPN, Mladé letá, s.r.o.
- Virtuálne prírodovedecké laboratórium (2011). Dostupné z <http://www.virtual-lab.sk/>



Veselský, M. & Podymáková, M. (2011). Motivácia žiakov učiť sa prírodopis – biológiu na gymnáziu. *Technológia vzdelávania – Slovenský učiteľ*, 19(8), 11–15.

---

KARARÍNA UŠÁKOVÁ, usakova@fns.uniba.sk  
Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave  
Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky  
Mlynská dolina, pavilón Ch-2, 842 15 Bratislava, Slovensko

# Scientia in educatione

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

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

## **Vedoucí redaktorka (UK v Praze)**

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

## **Redakce (UK v Praze)**

prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.

doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

prof. RNDr. Jarmila Novotná, CSc.

PhDr. Martin Rusek, Ph.D.

doc. RNDr. Vasilis Teodoridis, Ph.D.

## **Členové redakční rady**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **Zahraniční členové redakční rady**

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

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

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

## **Adresa redakce**

Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta (Naďa Vondrová)

Magdalény Rettigové 4, 116 39 Praha 1

e-mail: [scied@pedf.cuni.cz](mailto:scied@pedf.cuni.cz)

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

Sazbu v systému L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X zpracoval Miloš Břejcha, Vydavatelský servis, Plzeň.

Logo navrhl Ivan Špirk.

Redaktorka a jazyková korektorka Zdeňka Janušová