

OBSAH

Teoretická studie

- Eva Hejnová, Dalibor Hejna
Rozvoj vědeckého myšlení žáků prostřednictvím přírodovědného vzdělávání 2

Přehledová studie

- Vojtěch Žák
Metody sběru dat využívané didaktikou fyziky v mezinárodním prostředí . 18

Výzkumné stati

- Radka Marta Dvořáková, Karolína Absolonová
Obsahová analýza tématu evoluce člověka v českých učebnicích dějepisu .. 34

- Zuzana Ješková, Stanislav Lukáč, Ľubomír Šnajder, Ján Guniš, Brigita Ba-
logová, Marián Kireš
Hodnotenie bádateľských zručností žiakov gymnázia 48

- Libuše Samková
Didaktické znalosti obsahu budoucích učitelů 1. stupně základní školy před
studiem didaktiky matematiky 71

- Dagmar Stárková, Martin Rusek
Etické a bezpečnostní aspekty využívání ICT ve výuce chemie 100

- Jana Šestáková
Case Study of Using Peer Instruction at Upper Secondary School 111

Rozvoj vědeckého myšlení žáků prostřednictvím přírodovědného vzdělávání

Eva Hejnová, Dalibor Hejna

Abstrakt

Přehledová studie prezentuje strukturu dovedností, které pomáhají rozvíjet vědecké myšlení žáků. V první části studie jsou uvedena východiska, která ukazují, že obecný rozumový vývoj dítěte může být zlepšen určitým přístupem k výuce základů přírodních věd, jenž spočívá v důrazu na rozvoj metakognitivních kompetencí. V druhé části studie je prezentováno třináct dovedností (ve smyslu způsobilostí k vědecké práci), které podporují rozvoj vědeckého myšlení žáků. Ty jsou rozděleny na základní dovednosti (*basic science process skills*) a vyšší (integrované) dovednosti (*integrated science process skills*). Ke každé dovednosti jsou uvedeny příklady učebních činností, které jsou využitelné v běžné školní výuce. Předložená struktura dovedností a příklady aktivit mohou být východiskem pro vytváření dalších činností, které budou žákům pomáhat v rozvoji jejich vědeckého myšlení.

Klíčová slova: přírodovědné vzdělávání, vědecké myšlení, metakognitivní kompetence, science process skills, učební činnosti.

Development of Science Reasoning Abilities Through Science Education

Abstract

The survey study presents a structure of the skills that help pupils develop science reasoning abilities. In the first part of the study, the starting points are given, showing that the overall intellectual development of a child can be improved by a specific approach towards the school instruction of natural sciences, one which emphasises the development of metacognitive competences. The second part of the study elaborates on thirteen science process skills designed to foster the development of pupils' science reasoning abilities. These skills are divided into basic science process skills and integrated science process skills. Some examples of teaching activities are presented in order to specify each of the skills; these activities are practically applicable in everyday teaching. The proposed structure of science process skills and the presented activities can be used as the starting point for the creation of other activities that will help pupils to develop their science reasoning abilities.

Key words: science education, science reasoning ability, metacognitive competences, science process skills, teaching activities.

ÚVOD

Dnešní rychle se měnící svět představuje pro vzdělávací systémy v různých zemích po celém světě velkou výzvu, na kterou se snaží více či méně úspěšně reagovat. Význam vzdělávání stále narůstá, zároveň se však mění i cíle a obsah vzdělávání. Odborná i laická veřejnost v České republice i v zahraničí proto vede na různých úrovních diskusi o tom, jakým způsobem bychom měli inovovat vzdělávací cíle a vzdělávací obsah, což se týká všech stupňů škol.

Ve všech přírodovědných oborech dochází k obrovskému nárůstu poznatků, které není možné jednoduchým způsobem převádět do vzdělávacích předmětů. Není totiž již důležité pouze to, co se dozvídáme, ale také to, jak se dokážeme v množství informací orientovat, jak umíme najít podstatné informace a jak je dokážeme zpracovat a použít. Klíčovou otázkou pro plánování vzdělávacího procesu je proto nejen jakou oblast z daného vědního oboru vybrat, ale i v jaké podobě a jakým způsobem ji do školní výuky v rámci přírodovědných předmětů aplikovat.

Lze předpokládat, že na pracovním trhu budou úspěšní zejména ti uchazeči, kteří budou mít nejen příslušné znalosti a dovednosti, ale budou také samostatní, iniciativní a tvořiví, budou umět kriticky myslet, řešit problémy, samostatně se rozhodovat a v neposlední řadě budou umět své názory prosadit a realizovat (Koenig, 2011). Jedním z hlavních cílů dnešní školy je proto vést děti k samostatnému rozhodování a kreativitě.

S ohledem na velmi rychlý pokrok v oblasti přírodních věd a velké množství nových informací se ve vzdělávání přenáší důraz od získávání poznatků na osvojování obecných principů myšlení, tzv. metakognitivních¹ kompetencí (Stuchlíková & Mareš, 2014). Proto také nové vzdělávací cíle kladou důraz na klíčové kompetence, v nichž se metakognitivní procesy nejvíce projevují (viz např. kompetence k učení a kompetence k řešení problémů). Ty sice nemohou nijak nahradit specifické znalosti a dovednosti, nicméně bezpochyby přispívají nejen k lepší uplatnitelnosti na trhu práce, ale též k celkové kultivaci osobnosti (Straková, 2010). Promyšlení modernizace vzdělávacích cílů se v tomto kontextu proto jeví jako nezbytné a potřebné.

Cílem této přehledové studie je ukázat, jakými způsoby je možné rozvíjet obecné principy myšlení prostřednictvím výuky přírodovědných předmětů. V našem článku se konkrétně zaměříme na dovednosti, které pomáhají rozvíjet vědecké myšlení žáků, a na ilustrativních příkladech chceme ukázat, jaké aktivity mohou k jeho rozvoji přispět. Vycházíme při tom ze struktury dovedností, kterou formulovala Americká společnost pro rozvoj vědy (American Association for the Advancement of Science, dále jen AAAS²), neboť tato klasifikace dovedností bývá v zahraniční literatuře v různých modifikacích používána nejčastěji (např. Padilla, 1990; Jinks, 1997). I když má naše studie převážně rešeršní charakter, domníváme se, že zpřístupnění těchto poznatků v ucelené podobě, jejich zasazení do širšího kontextu a uvedení konkrétních příkladů aktivit může být pro učitelskou veřejnost přínosné a inspirační.

¹Nejjednodušeji lze metakognici definovat jako „myšlení o našem myšlení, znalost o tom, co víme a co nevíme“ (Krykorková & Chvál, 2001: s. 185). Podle Pedagogického slovníku (Průcha, Walterová & Mareš, 2009: s. 152) je metakognice „schopnost jedince přemýšlet o tom, jak sám uvažuje, jak poznává svět“ nebo také „jedincova vědomá kontrola a řízení vlastních poznávacích procesů“.

²American Association for the Advancement of Science. (1989). *Project 2061: Science for all Americans*. Washington: AAAS.

1 VÝCHODISKA

Učitelé v českých školách často nekladou dostatečný důraz na takové cíle, jakými jsou rozvoj obecných myšlenkových dovedností, rozvoj experimentálních dovedností, osvojování metod vědeckého zkoumání, učení se týmové práci a podpora pozitivního postoje k přírodním vědám (Straková, 2010). Tuto skutečnost potvrzují i výsledky v přírodovědných šetřeních TIMSS a PISA, ve kterých bylo zjištěno (Dvořák et al., 2008), že silnou stránkou českých žáků je zejména znalost přírodovědných poznatků, ale problémy jim dělá vytváření hypotéz, využívání různých výzkumných metod, experimentování, získávání a interpretace dat, posuzování výsledků výzkumu a formulování závěrů.

V rámci videostudie realizované v roce 1999 jako součást výzkumu TIMSS (Straková, 2010: s. 85) bylo např. zjištěno, že „alespoň jednu praktickou aktivitu obsahovalo pouze 23 % českých hodin, pouze v 6 % hodin však měli žáci za úkol něco objevovat, jinak plnili postup nebo potvrzovali poznatek“. Malé zastoupení experimentální práce bylo shledáno rovněž ve výzkumu TIMSS 2007 a PISA 2006. Navzdory těmto zjištěným skutečnostem však zároveň mezinárodní šetření ukazují, že naši žáci dosahují v oblasti přírodovědné gramotnosti trvale nadprůměrných výsledků, což potvrdilo i poslední šetření PISA 2012 (ČŠI, 2013). Aktuální výsledky ze šetření PISA 2015, které bylo zaměřeno zejména na přírodovědnou gramotnost, budou zveřejněny koncem roku 2016, takže v současné době nelze říci, zda bude tento trend i nadále zachován. Straková (2010) ve své studii poukazuje ještě na jednu zajímavou skutečnost, která je specifická pro české školy. Tou je, že těžiště výuky je posunuto spíše k nižším úrovním taxonomie vzdělávacích cílů, tj. důraz je kladen zejména na znalosti a na zvládání rutinních operací, naproti tomu rozvíjení obecných myšlenkových operací ustupuje spíše do pozadí.

Pokud hledáme cesty, jak tento stav změnit, je nutné a potřebné se zaměřit na aktivity, které žáci preferují, tj. zejména na praktické a badatelsky orientované aktivity a na výuku týkající se věcí a jevů spojených s reálným, každodenním životem (Kekule & Žák, 2010). Badatelsky orientované výuce (Inquiry-Based Science Education, dále jen IBSE) je od 90. let 20. století ve světě a v posledních letech i v českém vzdělávacím prostředí věnována velká pozornost (Papáček, 2010a; Minářechová, 2014). Navíc se tato cesta ukazuje jako vhodný způsob pro rozvoj klíčových kompetencí i v rámci nižšího primárního vzdělávání (Papáček, 2010b; Janoušková, 2014). Metoda IBSE umožňuje vytvářet a rozvíjet schopnosti a dovednosti žáků hledat a objevovat, zkoumat, porozumět vědeckým pojmům, objevovat vědecké principy atd.

Nicméně i tato metoda má mnohá omezení spočívající např. v nedostatečných znalostech a dovednostech žáků potřebných pro zkoumání. Tzv. otevřené bádání, při němž žáci a studenti sami sestavují výzkumné otázky, způsob a postup bádání, zaznamenávají a analyzují data a vyvozují závěry z informací, které shromáždili, vyžaduje již vysokou úroveň vědeckého myšlení a klade na žáky vysoké kognitivní požadavky, a je proto použitelné spíše pro starší nebo nadané žáky.

Na tuto skutečnost poukazuje např. Ogborn (2012), který namítá, že v rámci jedné vyučovací hodiny není možné opakovat celý proces skutečného vědeckého bádání, tj. ve smyslu objevování něčeho nového, neboť skutečné objevování vyžaduje zpravidla velmi dlouhý čas. Celý proces reálného objevování je obvykle cestou omylů a hledání nových cest, které vyžaduje neustálé kritické posuzování dílčích závěrů. Dále Ogborn upozorňuje, že učitelé často kladou důraz na různé praktické aktivity, které žáci v rámci IBSE provádějí, ale opomíjejí nezbytnou kritickou reflexi toho, co studenti dělají, a především to, jak při tom přemýšlejí.

Kromě výše uvedeného mnozí odborníci uvádějí, že „experimenty ve výuce nepodporují samy o sobě ani porozumění přírodovědným obsahům, ani způsoby myšlení a práce, ani zájem žáků“ (Dvořák, Kekule & Žák, 2012: s. 329). Jedním z důležitých faktorů pro skutečné porozumění je využívání představ (prekonceptů), které žáci o daném jevu mají, na základě nichž se pak může odvíjet diskuse a následné experimentování (Berg, 2013). Berg také poukazuje na to, že vyučování laboratorními technikami a badatelským dovednostem by mělo být dobře strukturované, jestliže má být účinné a vést ke skutečnému porozumění přírodovědným pojmům.

2 VĚDECKÁ METODA A ROZVOJ VĚDECKÉHO MYŠLENÍ

Učení se přírodním vědám má hierarchickou strukturu, která se opírá o pojmy a principy. Principy lze podle Gagného (1975: s. 138) chápat jako „řetězce pojmů, jež vytvářejí to, co bývá obecně nazýváno věděním“. Stručně lze říci, že principy vytvářejí vztahovost mezi pojmy. Jednotlivým principům se však neučíme izolovaně. Na základě úspěšného řešení praktického nebo teoretického problému můžeme získat „vhled“ do řešení a vytvořit si tak nový princip (ve smyslu „privátní“), který je vyššího řádu. Pokud si takto osvojíme vyšší princip, rozšiřujeme své způsobilosti (dovednosti) řešit složitější problémy.

Při osvojování vědeckého myšlení lze analogicky vycházet z určitého souboru dovedností, jež vytvářejí jistou hierarchii a jsou mezi sebou vzájemně propojeny buď v logickém, nebo psychologickém smyslu, tj. osvojení nižší dovednosti je předpokladem k osvojení vyšší dovednosti (ale nutně tomu tak být vždy nemusí). Skutečnost, že došlo k osvojení těchto dovedností, je možné prokázat jen při řešení nějakého problému, úlohy, praktické činnosti apod. Takto osvojené dovednosti jsou pak odolnější vůči zapomínání a také pomáhají rozvíjet metakognitivní kompetence (Gagné, 1975). Některé dovednosti v přírodních vědách lze přitom považovat za základní a je možné je zobecnit v tom smyslu, že jsou použitelné ve všech vědních disciplínách.

V českých učebnicích přírodních věd zpravidla není věnována potřebná pozornost dovednostem rozvíjejícím vědecké myšlení, neboť autoři často předpokládají, že si žáci tyto dovednosti osvojili již dříve nebo si je osvojí sami během školního vzdělávání. Často tomu tak ale nebývá a osvojování těchto dovedností by měla být věnována dostatečná pozornost v úvodních hodinách přírodních věd i v průběhu dalšího přírodovědného vzdělávání na všech stupních škol.

Učení se obecným principům myšlení je základem tzv. vědecké metody. Metodu vědeckého poznávání (nazývanou také stručně vědecká metoda) obvykle chápeme jako soubor nebo posloupnost pravidel, kterými se řídíme v procesu získávání vědeckých poznatků o určité oblasti. Vědecká metoda zahrnuje jednak soustavu utříděných myšlenkových operací, a jednak soustavu činností a technik (ve smyslu vnějších činností) zaměřených k určitému cíli (Fenclová, 1984a). Předpokladem vědecké metody a vědeckého myšlení je dodržování určitých standardů (Koukolík, 2013), jimiž jsou jasnost, přesnost, určitost, věcnost, hloubka, šířka a logika. Vědecké myšlení je pak možné považovat za určitou (vyhraněnou) podobu kritického myšlení³.

Je nutné podotknout, že neexistuje jedna jediná vědecká metoda, vhodnější je mluvit spíše o vědeckých metodách. Každá vědecká metoda je však založena na předpokladu, že kritériem pravdivosti vědecké hypotézy je souhlas předpovědi s výsledky

³Koukolík (2013: s. 12) charakterizuje kritické myšlení jako „pečlivé a uvážené rozhodnutí o tom, zda nějaké tvrzení přijmeme, odmítneme, nebo se o něm zřekneme úsudku“. Kritické myšlení také zahrnuje stupeň jistoty, s níž nějaké tvrzení přijmeme nebo odmítneme.

výzkumu. Žádné tvrzení nemůže být akceptováno jako apriorní a každý vědecký poznatek může být vyvrácen, má pouze podmíněnou platnost (vědecká metoda zahrnuje vždy možnost falzifikace hypotéz). Soubor mnohokrát ověřených a potvrzených hypotéz se v rámci určitého paradigmatu stává vědeckou teorií, přičemž každá z hypotéz, na níž je založena vědecká teorie, musí být vyvratitelná (o tvorbě hypotéz je podrobněji pojednáno v podkapitole 3.2.2). Dobrá teorie musí být v souladu se všemi známými fakty a musí vysvětlovat pozorování co možná nejjednodušším způsobem. Teorie pak může přestat být platná v rámci nového paradigmatu.

Filozofie vědy dělí vědecké metody na empirické a logické podle vztahu ke smyslové a racionální složce poznání⁴ (Fajkus, 2005). K empirickým metodám patří pozorování, srovnávání, analýza a experiment (Richterek, 2008). Mezi logické metody řadíme indukci, dedukci, syntézu, abstrakci, generalizaci a analogii. Vědecké poznatky, které získáme empirickými a logickými metodami, je třeba zařadit do určitého systému. K tomuto účelu věda používá klasifikace, hypotézy, teorie a zákony.

V oblasti vzdělávání se v současné době uplatňuje zejména tzv. induktivní způsob vyučování, který stojí v základu různých konstruktivisticky orientovaných metod (např. IBSE), které stavějí na aktivitách žáka, jež by měly kopírovat práci vědce (Minárechová, 2014). Pro vzdělávání je ale zejména podstatné to, aby se žáci dozvěděli, co odlišuje vědecké myšlení od běžného přemýšlení a uvažování.

Mluvíme-li o rozvoji vědeckého myšlení ve vzdělávacím procesu, pak máme zpravidla na mysli rozvoj takového stylu myšlení, k němuž např. patří schopnost formulovat a ověřovat hypotézy, předvídat budoucí jevy na základě znalostí, dovednost zobecňovat, klást si a rozpoznat otázky, které je možno zodpovědět pomocí vědeckého zkoumání, vyvozovat závěry ze získaných poznatků a kriticky hodnotit cizí závěry, plánovat, komunikovat získané poznatky atd.

3 UČEBNÍ ČINNOSTI PODPORUJÍCÍ ROZVOJ VĚDECKÉHO MYŠLENÍ ŽÁKŮ

3.1 STRUKTURA DOVEDNOSTÍ ROZVÍJEJÍCÍCH METAKOGNITIVNÍ KOMPETENCE ŽÁKŮ

V této kapitole se budeme zabývat strukturou učebních činností, které pomáhají při rozvíjení dovedností zaměřených na rozvoj vědeckého myšlení a přispívají k rozvoji metakognitivních kompetencí. Dovednost zde podle Trny (1998: s. 10) budeme chápat jako „získanou kompletní způsobilost k řešení úkolových a problémových situací v podobě kognitivní struktury, která se projevuje pozorovatelnou činností“.

Současné výzkumy naznačují (viz např. projekt CASE – *Cognitive Acceleration through Science Education*, Adey, 1999), že žáci si mohou osvojovat základní postupy vědecké práce prostřednictvím specifických činností zaměřených na rozvíjení dovedností myšlení a učení. Tyto činnosti předpokládají osvojení určitých dovedností, které jsou v zahraniční literatuře označovány *science process skills*, což lze překládat jako *způsobilosti vědecké práce* (Minárechová, 2014). Padilla (1990) je definuje jako soubor široce přenositelných dovedností, které jsou využitelné v mnoha vědních disciplínách a které reflektují to, jak vědci pracují.

AAAS formulovala třináct těchto dovedností, které rozdělila na základní (*basic science process skills*) a vyšší (integrované) dovednosti (*integrated science process skills*).

⁴Jedná se pouze o základní dělení.

Mezi základní dovednosti je zařazeno:

1. pozorování (observation);
2. měření (measurement);
3. třídění (classification);
4. kvantifikace (quantification);
5. usuzování (inferring);
6. předpovídání (predicting);
7. hledání vztahů (identifying variables, relationships);
8. komunikace (communication).

Mezi vyšší dovednosti patří:

9. interpretace (výklad) (interpreting data);
10. kontrola proměnných (controlling variables);
11. definování (operational definitions);
12. tvorba hypotéz (hypothesizing);
13. experimentování (experimenting).

Oporu pro třídění na základní a vyšší dovednosti lze nalézt u Piageta, který rozlišuje dva aspekty poznání – figurativní a operační (Piaget, 1970; Kratochvíl, 2006: s. 52). Figurativní aspekt poznání odkazuje ke smyslům a je předpokladem pro vytváření tzv. empirické abstrakce, kterou provádíme na základě odvozování společných vlastností z dané třídy objektů. Tato abstrakce je základem induktivního poznání. Operační aspekt odkazuje na činnost a je předpokladem pro tzv. reflexivní abstrakci, která je základem logicko-matematického poznání. Z hlediska inteligence pak Piaget rozlišuje mezi senzomotorickou a pojmovou inteligencí (Piaget, 1999).

Na základě Piagetovy teorie inteligence formulovala Krykorková (2008) teorii dvou kognitivních úrovní. Kognitivní úroveň I odpovídá figurativnímu aspektu poznání a zahrnuje kognitivní činnosti nižší úrovně, které lze označit jako učení s porozuměním. Žák si může pomocí těchto činností osvojit základní metakognitivní dovednosti. Kognitivní úroveň II zahrnuje činnosti vyšší úrovně, odpovídá operačnímu aspektu poznání a umožňuje rozvíjet metakognitivní dovednosti vyšší (obecnější) úrovně. Krykorková také uvádí, že hranice mezi těmito dvěma úrovněmi není ostrá, může mezi nimi být jistý přesah, tj. činnosti vyšší úrovně mohou být „elementarizovány“ a v jednodušší podobě je lze rozvíjet i na úrovni I. Činnosti na úrovni I může zvládnout většina žáků 1. stupně základní školy, úroveň II se pak týká spíše starších žáků na 2. stupni základní školy a středoškoláků.

Krykorková (2008) dále uvádí výčet činností, které rozvíjejí metakognitivní dovednosti na úrovni I a II. Vychází při tom z myšlenky, že poznávací aparát je mnohaúrovňový a hierarchicky uspořádaný systém a navrhuje modifikaci Bloomovy taxonomie kognitivních cílů tak, aby vyhovovala lépe možnosti aplikace metakognitivní teorie do školní praxe. Kognitivní úrovni I přiřazuje v souladu s Bloomovou taxonomií znalost, porozumění (interpretaci) a aplikaci. Do kognitivní úrovně II zařazuje nově tvořivost a řešení problému. Jimi nahrazuje v tradiční Bloomově taxonomii analýzu a syntézu. Do kognitivní úrovně II zahrnuje kromě tvořivosti a řešení problému ještě hodnocení (resp. hodnotící posouzení), které je v tradiční Bloomově taxonomii zahrnuto.

3.2 CHARAKTERISTIKA A PŘÍKLADY UČEBNÍCH ČINNOSTÍ ROZVÍJEJÍCÍCH VĚDECKÉ MYŠLENÍ ŽÁKŮ

V této části příspěvku uvedeme přehled základních a vyšších dovedností, přičemž budeme vycházet z dělení navrženého AAAS. U každé dovednosti uvedeme její stručnou charakteristiku a návrh aktivit, které podporují osvojení dovednosti, včetně doporučení pro vzdělávací praxi.

3.2.1 ZÁKLADNÍ DOVEDNOSTI (BASIC SCIENCE PROCESS SKILLS)

1) POZOROVÁNÍ

Pozorování je základem pro rozvoj všech dalších dovedností, neboť bývá východiskem pro další analýzu, klasifikaci apod. Každé pozorování obvykle zahrnuje záznam výsledků pozorování, přičemž je důležité, aby žáci nezaznamenávali své subjektivní dojmy nebo názory, ale pouze objektivní výsledky svého pozorování. Žáci by se také měli naučit rozlišovat, že je rozdíl mezi tím, co pozorují, a tím, jak svá pozorování interpretují. Např. je rozdíl mezi tvrzením „*Ty dívky jsou si velmi podobné*“ (jde o pozorování) a „*Ty dívky jsou si velmi podobné, jsou to dvojčata*“ (v tomto případě se již nejedná o výsledek pozorování, ale interpretaci toho, co pozorujeme, která navíc nemusí být pravdivá).

Při pozorování by měli žáci zapojit co nejvíce svých smyslů a k popisu toho, co pozorují, využít různé formy záznamu (slovní vyjádření, obrázky, grafy atd.). K pozorování je možné též užít různých přístrojů (např. mikroskop, dalekohled atd.).

Pro rozvoj metakognitivních dovedností je důležité, aby žáci porovnávali své záznamy s ostatními žáky a zjišťovali, v čem jsou jejich pozorování originální (tj. čeho si ostatní nevšimli) a co se naopak mohou naučit od ostatních (čeho si všiml někdo jiný).

PŘÍKLADY AKTIVIT

- Pozoruj pohyb lidí na ulici, tvary a umístění předmětů ve třídě. Napiš nebo nakresli, jak předměty vypadají, co lidé dělají apod. (Žáci mohou např. sledovat různé tvary, rychlost, směr pohybu, shodné nebo rozdílné znaky atd.)
- Vlož sáček čaje do vyšší sklenice, opatrně ho zalij teplou vodou a pozoruj, co se děje (žáci mohou kreslit a písemně zaznamenávat, co pozorují v různých okamžicích, všimnout si barev, vůně, chuti apod.).
- Pozoruj hořící svíčku (žáci mohou zakreslit např. plamen svíčky, popsat jeho barvy, zaznamenat, jak daleko od plamene cítí teplo, co cítí atd.) (příklad aktivity podle Fenclové, 1984b).
- Pozoruj pingpongový míček, který padá na stůl (žáci mohou pozorovat, jak se mění výška po odrazu míčku od stolu, sluchem mohou postihnout, jak se mění interval mezi jednotlivými dopady míčku apod.).

2) MĚŘENÍ

Měření lze považovat za specifický druh pozorování, při kterém porovnáваме měřitelnou vlastnost objektu nebo systému s nějakým standardem. Dovednost „měřit“ zahrnuje i dovednost odhadování velikostí různých charakteristik objektů nebo systémů. Žáci by si měli uvědomit, že údaje, kterými kvantifikujeme různé systémy, mohou více či méně záviset na subjektivním hledisku (např. měříme-li vzdálenost

a zvolíme-li jako jednotku délky loket osoby, která měření provádí, nebo hodnotíme-li známkami výkony žáků, které se objektivně obtížně hodnotí, např. přednes básně).

PŘÍKLADY AKTIVIT

- Změř délku stolu pomocí vlastní jednotky. Odhadni délku stolu v centimetrech a proved' měření pomocí vhodného měřidla. Porovnej svůj odhad s výsledkem tvého měření (příklad aktivity podle Hejnové, 2009).
- Odhadni, kde asi bude hladina vody, jestliže ji postupně přeliješ do nádob různých tvarů (příklad aktivity podle Hejnové, 2011).

3) TŘÍDĚNÍ

Třídění představuje proces seskupování objektů nebo jevů na základě vybraných pozorovatelných znaků (vlastností). Objekty, které sdílejí stejné znaky, pak zařazujeme do stejné skupiny (množiny). Proces třídění je přitom závislý na volbě kritéria, podle kterého třídíme, což vnáší do celého procesu určitou míru subjektivity. Třídít lze podle jednoduchých vnějších znaků (např. podle barvy, tvaru apod.). Tyto charakteristiky však nemusí nutně vystihovat skutečnou podstatu (esenci) systému (např. chceme-li roztřídit živočichy na kočky a „ne-kočky“, musíme si položit otázku, co dělá kočku kočkou neboli co je podstata „kočkovitosti“). Povaha „dovednosti třídít“ zahrnuje tedy dva aspekty: nalezení třídících znaků a výběr těch, které postihují hlubší podstatu tříděného systému objektů nebo jevů.

Při osvojování dovednosti třídění žáci zpočátku hledají jednoduché třídící znaky, přičemž je důležité, aby hledali různá kritéria pro třídění a zároveň dokázali třídít skupinu objektů nebo jevů podle více kritérií zároveň (vícenásobné třídění).

PŘÍKLAD AKTIVITY

- Vymysli, podle jakých kritérií by se daly předměty, které vidíš před sebou, roztřídit (žáci mohou mít k dispozici např. tyto předměty: dřevěnou kostku, kousek uhlí, skleněnou kuličku, vodu, benzin, měděný drátek, ocelový šroubek, gumu, kousek celofánu, lín; je vhodné, aby žáci mohli s předměty manipulovat). Porovnej vytvořené skupiny mezi sebou. Co mají společného a v čem se liší? Vymyslel jsi nějaké třídící kritérium, které nemají ostatní? Navrhni vhodné třídění podle dvou kritérií zároveň.

4) KVANTIFIKACE

Kvantifikace zahrnuje proces shromažďování údajů o pozorovatelných jevech a jejich vyjádření ve formě čísel. Přednost procesu kvantifikace spočívá v tom, že umožňuje jednodušeji a stručněji vyjádřit to, co bychom museli složitě popisovat slovně, a zároveň umožňuje používat pravidla matematické logiky. Kvantifikace tak umožňuje snížit míru subjektivity – číselný údaj je objektivnější vyjádření určité vlastnosti objektu než její slovní popis (např. „Voda v hrnku je vlažná.“ vs. „Voda v hrnku má v tomto okamžiku teplotu 29 °C.“), dále umožňuje řazení podle číselných hodnot (např. od největší hodnoty k nejmenší), vyhledávání prostřední hodnoty (mediánu) a nejčastěji se vyskytující hodnoty (modu).

PŘÍKLADY AKTIVIT

- Zjistí, kolik žáků z vaší třídy má nějaké zvíře (psa, kočku, ...). Svoje zjištění zapiš do tabulky. Najdi největší a nejmenší hodnotu a nejčastěji se vyskytující hodnotu.
- Spočítej, kolik fazolí se vejde do skleničky apod. Měření zopakuj vícekrát. Výsledky měření zapiš do tabulky. Najdi nejmenší a největší hodnotu a vypočítej průměr. Porovnej údaje z jednotlivých měření.
- Zjistí, kolik žáků ve třídě jsou bruneti a kolik je blondýnů. V tomto případě musí žáci nějakým způsobem vhodně kvantifikovat, který žák bude patřit mezi blondýny a který mezi brunety. To mohou učinit např. tak, že určí škálu „blondatosti“, a definují nejmenší a nejvyšší míru této vlastnosti pomocí číselného vyjádření (např. Lenka má nejsvětější blondaté vlasy ve třídě, tudíž jí přisoudíme míru „blondatosti“ rovnu jedné, Marek má nejtmaší vlasy, které ještě označíme jako blondaté, přisoudíme mu míru „blondatosti“ rovnu pěti. Všem ostatním žákům bude přisouzena míra „blondatosti“ na této stupnici v rozmezí jedna až pět (přičemž je možné připustit i použití jemnějšího dělení) (příklad aktivity podle Jinkse, 1997).

5) USUZOVÁNÍ

Usuzování je myšlenkový proces, při kterém hledáme příčinu, pomocí níž bychom dokázali vysvětlit určitý pozorovaný jev. Usuzování závisí na nápaditosti a důvtipu usuzující osoby a jeho výsledek je ve značné míře ovlivněn osobností usuzujícího i dalšími, např. kulturními, aspekty (např. „*Dostal jsem pětku, protože jsem se neučil.*“ vs. „*Dostal jsem pětku, protože si na mě učitel zasedl.*“).

PŘÍKLADY AKTIVIT

- Promysli, na čem může záviset výsledek tvého počítání fazolí v předchozí úloze. Vymysli co nejvíce příčin, které mohly výsledek tvého počítání ovlivnit.
- Proč se střídá den a noc? Vymysli různá vysvětlení, která mohou lidé mít (např. malé děti, pravěcí lidé atd.).
- Prohlédni si pozorně fotografie povrchu Marsu a Venuše. Proč si myslíme, že na předměty na Marsu a na Venuši působí gravitační síla? (příklad aktivity podle Hejnové, 2011).

6) PŘEDPOVÍDÁNÍ

Při předpovídání vycházíme z dat a znalostí (případně i ze zkušeností a intuice), které máme v okamžiku předpovědi k dispozici. Pomocí nich pak usuzujeme, co se stane v budoucnu, tj. můžeme usuzovat na určitý trend nebo dění. Každá předpověď (na rozdíl od pouhého hádání) musí být vždy ověřitelná (testovatelná), tj. můžeme ji přijmout či zamítnout na základě nějakého pozorování nebo na základě určitých kritérií (např. předpověď „*Pokud hodíme míček z okna, spadne na zem.*“ lze testovat, kdežto předpověď „*Pokud se drak probudí, země se otřese.*“ testovat zřejmě nejde).

PŘÍKLAD AKTIVITY

- V nákladové části kamionu stojí na podlaze kbelík s vodou, na zemi je položen tenisový míček, u stropu je zavěšeno lano a na zemi leží prázdná papírová kra-

bice. Kamion jede po přímém a rovném úseku silnice. Krabice se náhle převrátí (ve směru jízdy). Předpověz, co se v tomto okamžiku bude dít s tenisovým míčkem, lanem a jaká bude poloha hladiny vody v kbelíku (příklad aktivity podle Hejnové, 2004).

7) HLEDÁNÍ VZTAHŮ

Jedná se o objevování vztahů a souvislostí mezi dvěma nebo více proměnnými. Základem této dovednosti je využívání analytického přístupu, pomocí něhož zkoumáme chování nějakého systému. Hledáme-li vztahy mezi veličinami, určujeme, které veličiny se mění v závislosti na jiných (tj. určujeme závisle a nezávisle proměnné veličiny).

PŘÍKLADY AKTIVIT

- Před školou má být umístěna dopravní značka, která by řidiče upozorňovala na zvýšený pohyb dětí. Které proměnné je třeba sledovat, aby bylo možné správně rozhodnout, do jaké vzdálenosti před školou je vhodné značku umístit? (příklad aktivity podle Hejnové, 2004).
- Ondřej zjišťuje pevnost čtyř různých vláken. Které veličiny musí měřit? Která veličina bude nezávisle proměnná? (příklad aktivity podle Hejnové, 2004).

8) KOMUNIKACE

Jedná se o dovednosti, které jsou zaměřeny na sdělování zjištěných informací v ucelené a přehledné podobě (např. ve formě tabulek, schémat, diagramů nebo grafů). Pro uspořádávání informací je klíčovou dovedností nalézt a prezentovat vhodným (systematickým) způsobem vztahy mezi proměnnými veličinami.

PŘÍKLAD AKTIVITY

- Popiš, jak se mění výška rostliny (např. fazole) v závislosti na čase (sestav vhodnou tabulku, sestroj graf) (příklad aktivity podle Rojka, 1995).

3.3 VYŠŠÍ (INTEGROVANÉ) DOVEDNOSTI (INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILLS)

9) INTERPRETACE (VÝKLAD)

Tato dovednost úzce souvisí s předchozí dovedností uspořádávat a sdělovat získané informace. V tomto případě se ale jedná o schopnost nalézání vnitřní povahy jednotlivých informací a vztahů mezi nimi a jejich vysvětlování. V návaznosti na to pak následuje vyvozování závěrů. Interpretace již vyžaduje vyšší míru tvůrčího myšlení, neboť také zahrnuje dovednost nalézání obecnějších („zastřešujících“) pojmů.

PŘÍKLAD AKTIVITY

- Dopravní policisté sledují pomocí kamery automobilový provoz na úzké silnici. Na silnici byly po určité době vyznačeny bílé vodící čáry. Na jednom úseku úzké silnice pak bylo zjištěno, že poté, co byly vodící čáry vyznačeny, se provoz změnil tak, jak je uvedeno v tab. 1.

Tab. 1: Změny

v provozu po vyznačení
vodících čar

Rychlost aut	Provoz je rychlejší.
Umístění vodících čar	Provoz je blíže k okrajům silnice.
Vzdálenost mezi auty	Je beze změn.

Na základě těchto výsledků bylo rozhodnuto, aby vodící čáry byly vyznačeny na všech úzkých silnicích. Myslíš, že to bylo nejlepší rozhodnutí? Uveď důvody svého souhlasu nebo nesouhlasu (příklad aktivity podle PISA, 1999).

10) KONTROLA PROMĚNNÝCH

Jedná se o dovednost, která umožňuje za pomoci analytického myšlení nalézt u zkoumaného systému určitou proměnnou veličinu, která ovlivňuje jeho chování. S pomocí různých postupů (např. opakování měření, standardizace procedur zahrnující přesné určení experimentálních podmínek apod.) identifikujeme veličiny, které je třeba při provádění experimentu udržovat konstantní, abychom mohli zkoumat vztah mezi vybranými dvěma veličinami.

PŘÍKLADY AKTIVIT

- Radek měří rychlost proudění vody v potoce. Je březem a potokem protéká velké množství vody. Radek se rozhodnul, že své měření zopakuje v srpnu. Uveď alespoň jednu podmínku, kterou musí při svém měření dodržet, aby jeho výsledky byly spolehlivé (příklad aktivity podle Hejnové, 2004).
- Katka chce zjistit, jaký vliv na rychlost růstu fazole má určitý druh hnojiva. Které proměnné veličiny musí kontrolovat, aby její měření bylo spolehlivé (příklad aktivity podle Padilly, 1990).

11) DEFINOVÁNÍ

Jedná se o dovednost formulovat tzv. operacionální definice, kterými popisujeme postupy nebo činnosti, jejichž provedením získáme definovaný pojem (příklady operacionálních definic: „*Intelligence je to, co je měřeno inteligenčními testy.*“, „*Okamžitá rychlost je to, co měříme tachometrem.*“), nebo na jejichž základě je tento pojem identifikován (např. postup, jak vyrobit oxid uhličitý). Operacionální definování musí naplňovat požadavek opakovatelnosti a ověřitelnosti. Definovaný pojem musí být vyjádřen explicitně, přičemž význam definovaného pojmu musí být jasný tak, aby jeho definice nevyžadovala žádnou další interpretaci či doplnění.

PŘÍKLADY AKTIVIT

- Definuj hmotnost tělesa pomocí měření na pružině.
- Popiš postup, jak najdeš ohnisko spojné čočky.

12) TVORBA HYPOTÉZ

Vědecká hypotéza je možné řešení nějakého problému, které vyslovujeme ve formě tvrzení. Formulace hypotézy vychází v přírodních i humanitních vědách vždy z určitého vědeckého paradigmatu (Kuhn, 1997). Paradigma zahrnuje jednak samu nauku, tj. myšlenkové komplexy, cíle bádání, postupy a symbolická vyjádření, která jsou

vlastní určité vědecké činnosti, a jednak organizaci vědy, tj. způsob její výuky, odborný jazyk, předkládání poznatků, metodické postupy, laboratorní vybavení, formulace problémů a způsoby jejich řešení. Na tomto pozadí jsou pak vytvářeny teorie, v rámci nichž lze teprve vyslovovat testovatelné, tj. experimentálně ověřitelné hypotézy.

Hypotéza je správně formulovaná tehdy, jestliže ji lze falzifikovat (Popperovo kritérium falzifikovatelnosti (Popper, 1997)). Podle Poppera nelze hypotézu empiricky dokázat, lze pouze usilovat o její falzifikaci na základě empirických dat; případně lze na základě nich zdůvodnit její přijatelnost.

Vědecké hypotézy se obvykle testují pomocí statistických metod (Anděl, 1978). Takovou hypotézu (tzv. alternativní hypotézu) formulovanou ve statistických termínech pak testujeme proti jinému tvrzení (tzv. nulové hypotéze), která vyjadřuje domněnku, že mezi zkoumanými proměnnými není žádný vztah. Nulovou hypotézu na určité hladině významnosti buď zamítáme (a tedy přijímáme alternativní hypotézu), nebo ji nemůžeme zamítnout. Pokud zvolíme hladinu významnosti např. 5 %, znamená to, že existuje 5% pravděpodobnost toho, že nulovou hypotézu zamítáme a ona přesto platí (a nesprávně tedy přijímáme alternativní hypotézu).

V běžné školní výuce (na základní či střední škole) pracujeme obvykle s hypotézami, které nejsou ověřovány na základě statistických kritérií. Cílem výuky přírodních věd je naučit děti rozpoznat nebo formulovat myšlenku, která může být zkoumána a v rámci dané situace vhodnými postupy ověřena. Žák by měl umět posoudit, kdy je získaný důkaz validní, tj. kdy je možné z něj vyvodit relevantní závěr. Důležité také je, aby se děti naučily rozlišovat mezi otázkami, které věda může a které nemůže zodpovědět.

PŘÍKLAD AKTIVITY

- Jirka s Petrem vzali puk a položili ho na koberec. Udeřili do něj hokejkou, puk se začal pohybovat a po určité době se zastavil. Jirka vyslovil hypotézu, že puk se zastavil, protože ho už nic netlačilo dopředu. Petr řekl, že puk se zastavil proto, že na něj působila třecí síla. Kterou hypotézu bys podpořil? Jakým pokusem bys vyslovené hypotézy potvrdil nebo vyvrátil? (příklad aktivity podle Hejnové, 2004).

13) EXPERIMENTOVÁNÍ

Experimentem⁵ rozumíme takové jednání, jehož primárním účelem je vyvrátit (falzifikovat) hypotézu. V tomto smyslu můžeme experiment chápat jednak jako metodu poznání a jednak jako kritérium pravdivosti (platnost hypotézy však nemůže být experimentem dokázána absolutně, jak již bylo uvedeno výše). Vědecký pokus musí být proveden za předem stanovených podmínek, aby mohl být opakovatelný, a tím i ověřitelný (je-li to objektivně možné).

Experimentování zpravidla zahrnuje několik základních kroků. Nejprve je nutné stanovit výzkumný problém (např. na základě pozorování nebo záměrně realizovaného observačního experimentu, případně také na základě zkušenosti, studia literatury apod.), který lze empiricky ověřit (např. nás může zajímat problém „*Jak*

⁵S ohledem na paradigma přírodních věd vycházíme v tomto článku z metodologie kvantitativního výzkumu, tj. máme zde na mysli zejména kvantitativní experimenty, které slouží ke zkoumání nějaké specifické zákonitosti (např. experimenty k určení kvantitativních závislostí), nebo experimenty, které slouží ke zkoumání souvislostí mezi proměnnými veličinami.

závisí elektrický odpor kovového vodiče na teplotě?“). Vlastní formulace problému (výzkumné otázky) pak předpokládá stanovení vhodných proměnných, mezi nimiž hledáme vztahy (elektrický odpor kovového vodiče, teplota), a způsob jejich měření. V dalším kroku formulujeme hypotézu ve formě tvrzení, které vyjadřuje vztah mezi dvěma proměnnými („*Elektrický odpor kovového vodiče roste se zvyšující se teplotou.*“). Na základě předpokladu platnosti hypotézy pak můžeme vyslovit předpovědi výsledku experimentu pro konkrétní případy, které budeme v rámci experimentu zkoumat. Při tom je třeba ještě uvážit nezbytné předpoklady, abychom získali spolehlivé výsledky (viz bod 10 „Kontrola proměnných“). Např. můžeme vyslovit předpověď: „*Za předpokladu, že se nebude měnit délka vodiče, bude elektrický odpor měděného vodiče s rostoucí teplotou růst.*“ Poté ověřujeme (testujeme) předpověď pomocí (testovacího) experimentu. Nakonec výsledky vyhodnotíme, tj. konstatujeme, že hypotéza byla vyvrácena, nebo na základě provedených experimentů můžeme zdůvodnit její přijatelnost a považovat ji tak za prozatímně ověřenou (hypotéza bude vyvrácena, pokud najdeme takový případ kovového vodiče, pro nějž by výše uvedené tvrzení neplatilo).

Ve výuce přírodních věd je experimentování základem badatelsky orientované výuky, o které jsme se zmínili již v první kapitole. Samostatné experimentování představuje nejvyšší úroveň IBSE. Předpokládá nejen dobrou úroveň osvojení základních přírodovědných pojmů a vztahů mezi nimi, ale i osvojení všech potřebných dovedností. V tomto případě se jedná o tzv. otevřené bádání (*open inquiry*), při němž sami žáci sestavují výzkumné otázky, určují způsob a postup bádání a vyvozují z něho závěry. Pro realizaci v běžné škole bývá schůdnější tzv. řízené (nasměrované) bádání (*guided inquiry*), kdy je žákům zadán problém, který mají zkoumat (Hejnová, Kolářová & Hotová, 2015). Sami pak navrhnou postup, jak budou daný problém řešit. Učitel je v tomto případě průvodcem žáka při bádání, který zadává úkoly, poskytne pomůcky a případně doporučí vhodnou literaturu. Do práce žáků však zasahuje co nejméně. Jeho úkolem je vést žáky správným směrem tak, aby sami dospěli k vyřešení problému.

4 ZÁVĚR

V naší přehledové studii jsme chtěli ukázat, jakými způsoby je možné rozvíjet vědecké myšlení žáků. Vycházeli jsme při tom zejména ze zahraničních zdrojů a výzkumů, které ukazují, že žáci si mohou osvojovat základní vědecké zásady prostřednictvím aktivit zaměřených na rozvoj vědeckého myšlení (viz např. již dříve uvedený projekt CASE (Adey, 1999); dále např. Shayer & Adey, 1993; Han, 2013).

V českých školách se v oblasti přírodovědného vzdělávání žáci učí základům vědeckého myšlení zejména v rámci badatelsky orientované výuky. Zůstává ovšem otázkou, nakolik ji učitelé v rámci školní výuky opravdu realizují a do jaké míry se při tom systematicky zaměřují na osvojování zásad vědeckého myšlení. Nicméně lze konstatovat, že i v českém vzdělávacím prostředí existují iniciativy jednotlivých učitelů a pedagogických odborníků (např. Bělecký, 2010; Dvořáková, 2011) i různých sdružení – např. metodické materiály sdružení Tereza (Kol., 2013), které předkládají v praxi vyzkoušené metody, jimiž je možné rozvíjet a hodnotit dovednosti vědeckého myšlení.

Myslíme si, že kromě osvojování konkrétních obsahů jednotlivých předmětů by stejná péče měla být věnována i osvojování obecnějších dovedností, např. dovedností zaměřených na rozvoj vědeckého myšlení. Proto by měly být vhodné akti-

vity zařazovány ve větší míře do českých učebnic přírodních věd, podobně jako je tomu v některých zahraničních učebnicích (např. Armstrong et al., 2008). Za klíčové také považujeme, aby učitelé byli s touto problematikou systematictěji seznamováni (např. již v rámci pregraduálního vzdělávání) a aby jim byla také poskytnuta dostatečná podpora např. ve formě seminářů, metodických materiálů, příkladů dobré praxe apod.

Ve výuce přírodovědných předmětů na základních a středních školách mají učitelé dobrou příležitost seznamovat žáky s postupy vědecké práce, přičemž mohou stavět zejména na přímé zkušenosti, které děti získávají v rámci různých aktivit. Jestliže žákům pomáháme osvojovat si vědecké myšlení, učíme je zároveň i kriticky myslet. Přirozeně tak u nich rozvíjíme klíčové dovednosti, které uplatní nejen v jiných oblastech vzdělávání, ale především v budoucnosti, ve svém dospělém životě.

LITERATURA

- Adey, P. (1999). *The Science of Thinking, and Science for Thinking: A Description of Cognitive Acceleration through Science Education (CASE)*. *Innodata Monographs 2*. Ženeva: International Bureau of Education. Dostupné z http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/archive/Publications/innodata/inno02.pdf
- Anděl, J. (1978). *Matematická statistika*. Praha: SNTL.
- Armstrong, T. et al. (2008). *Discovering Science 7*. Toronto: McGraw-Hill Ryerson.
- Bělecký, Z. (2010). *Vzdělávací strategie 7*. Dostupné z http://www.ucitelske-listy.cz/2010/01/zdenek-belecky-serial-vzdelavaci_09.html
- Berg, E. (2013). The PCK of Laboratory Teaching: Turning Manipulation of Equipment into Manipulation of Ideas. *Scientia in educatione*, 4(2), 74–92.
- ČŠI – Česká školní inspekce. *Hlavní zjištění PISA 2012*. Dostupné z <http://www.csicr.cz/cz/O-nas/Mezinarodni-setreni/PISA/Hlavni-zjisteni-PISA-2012/>
- Dvořák, L. et al. (2008). *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?* Praha: Matfyzpress.
- Dvořák, L., Kekule, M. & Žák, V. (2012). Výzkum v oblasti fyzikálního vzdělávání – co, proč a jak. *Československý časopis pro fyziku*, 62(56), 325–330.
- Dvořáková, I. (2011). Vědecké myšlení žáků – jak ho lze rozvíjet a testovat. In M. Randa (Ed.), *Moderní trendy v přípravě učitelů 5*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. [CD-ROM]. Dostupné z http://kdf.mff.cuni.cz/lide/dvorakova/Plzen_prispevek_Dvorakova.pdf
- Fajkus, B. (2005). *Filosofie a metodologie vědy*. Praha: Academia.
- Fenclová, J. et al. (1984a). *K perspektivám fyzikálního vzdělávání v didaktickém systému přírodních věd*. Praha: Academia.
- Fenclová, J. (1984b). *Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky: cvičení z didaktiky fyziky*. Praha: SPN.
- Gagné, R. M. (1975). *Podmínky učení*. Praha: SPN.
- Han, J. (2013). *Scientific Reasoning: Research, Development, and Assessment* [Disertační práce]. Ohio: The Ohio State University.

- Hejnová, E. (2004). *Evaluační výsledky fyzikálního vzdělávání na základních školách* [Disertační práce]. Praha: MFF UK.
- Hejnová, E. et al. (2009). *Měření fyzikálních veličin (CD)*. Praha: Prometheus.
- Hejnová, E. et al. (2011). *Vlastnosti látek a těles (CD)*. Praha: Prometheus.
- Hejnová, E., Kolářová, K. & Hotová, I. (2015). Inspirace pro badatelsky orientovanou výuku. In R. Seifert (Ed.), *Jak získat žáky pro fyziku 2?* Praha: JČMF. [CD-ROM]
- Janoušková, S., Hubáčková, L., Pumpr, V. & Maršák, J. (2014). Přírodovědná gramotnost v preprimárním a raném období primárního vzdělávání jako prostředek zvýšení zájmu o studium přírodovědných a technických oborů. *Scientia in educatione*, 5(1), 36–49.
- Jinks, J. (1997). *The Science Processes*. Dostupné z <http://my.ilstu.edu/~jdpeter/THE%20SCIENCE%20PROCESSES.htm>
- Kekule, M. & Žák, V. (2010). Postoje žáků k výuce fyziky v České republice – vybrané výsledky. *Scientia in educatione*, 1(1), 51–71.
- Koenig, J. A. (Ed.). (2011). *Assessing 21st century skills*. Washington: National Academies Press. Dostupné z http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13215
- Kol. (2013). *Průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním*. Praha: Sdružení Tereza. Dostupné z http://www.zsmltu.cz/dum/BOV/BOV/DATA/01_PRUVODCE_PRO_UCITELE/00_PR%D9VODCE_CELA_KNIHA/01_Pruvodce_pro_ucitele.pdf
- Koukolík, F. (2013). *O mozku, vědomí a sebevědomování*. Praha: Karolinum.
- Kratochvíl, M. (2006). *Jean Piaget – filosof a psycholog (uvedení do genetické epistemologie)*. Opava: Triton.
- Krykorková, H. & Chvál, M. (2001). Rozvoj metakognice – cesta k hodnotnějšímu poznání. *Pedagogika*, 51(2), 185–196.
- Krykorková, H. (2008). Kognitivní svébytnost, teoretická východiska a okolnost jejího rozvíjení. *Pedagogika*, 58(2), 140–155.
- Kuhn, T. S. (1997). *Struktura vědeckých revolucí*. Praha: Oikúmené.
- Minárechová, M. (2014). História induktivního přístupu v přírodovědném vzdělávání v USA a jeho současná reflexia na Slovensku. *Scientia in educatione*, 5(1), 2–19.
- Ogborn, J. (2012). Curriculum Development in Physics: Not Quite So Fast! *Scientia in educatione*, 3(2), 3–15.
- Padilla, J. (1990). *The Science Process Skills*. Dostupné z <https://www.narst.org/publications/research/skill.cfm>
- Papáček, M. (2010a). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*, 1(1), 33–49.
- Papáček, M. (2010b). Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. In M. Papáček (Ed.), *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované učení. DiBi 2010* (145–162). České Budějovice: Jihočeská univerzita.
- Piaget, J. (1999). *Psychologie inteligence*. Praha: Portál.
- PISA (1999). *Měření vědomostí a dovedností – Nová koncepce hodnocení žáků*. Praha: ÚIV. Dostupné z <http://www.csicr.cz/getattachment/cz/O-nas/Mezinarodni-setreni-archiv/PISA/PISA-2000/Mereni-vedomosti-a-dovednosti-publikace.pdf>

- Popper, K. R. (1997). *Logika vědeckého výzkumu*. Praha: Oikúmené.
- Průcha, J., Walterová, E. & Mareš, J. (2009). *Pedagogický slovník*. Praha: Portál.
- Richterek, L. (2008). *Filozofické problémy přírodních věd*. Olomouc: UPOL. Dostupné z <http://esfmoduly.upol.cz/publikace/fppv.pdf>
- Rojko, M. (1995). *Fyzika kolem nás. Fyzika I pro základní a občanskou školu*. Praha: Scientia.
- Shayer, M. & Adey, P. S. (1993). Accelerating the development of formal thinking in middle and high school students IV: three years after a two-year intervention. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(4), 351–366.
- Straková, J. (2010). Pedagogické činnosti českých učitelů v mezinárodním srovnání. *Pedagogika*, 60(3–4), 81–96.
- Stuchlíková, I. & Mareš, J. (2014). Rozvoj metakognitivních kompetencí žáků – otevřený úkol. *Pedagogika*, 64(3), 267–269.
- Trna, J. (1998). *Diagnostika dovedností žáků ve výuce fyziky* [Habilitační práce]. Brno: PF MU.

EVA HEJNOVÁ, eva.hejnova@ujep.cz
Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Přírodovědecká fakulta
Katedra fyziky
České mládeže 8, 400 96 Ústí nad Labem, Česká republika

DALIBOR HEJNA, dalibor.hejna@tul.cz
Technická univerzita v Liberci, Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická
Katedra filozofie
Univerzitní náměstí 1410/1, 461 17 Liberec, Česká republika

Metody sběru dat využívané didaktikou fyziky v mezinárodním prostředí

Vojtěch Žák

Abstrakt

Strategickým cílem výzkumu, jehož součástí je tato přehledová studie, je reflektovat vývoj a současný stav didaktiky fyziky (physics education research, dále PER). Cílem této studie je podat přehled metod sběru dat, a podpořit tak diskuzi o metodách výzkumu využívaných v této oblasti. K řešení výzkumného problému byl použit kvalitativní přístup a za metodu sběru dat obsahová analýza výzkumných sdělení. Za zdroj těchto textů byla zvolena databáze SCOPUS, přičemž analýza se omezila na relevantní časopisecké články, které byly publikovány v letech 2010 až 2014 a které jsou psány anglicky. Celkem bylo analyzováno 146 článků. Jako metody sběru dat jsou využívány v oblasti PER dotazník, interview a didaktický (zejména konceptuální) test. Dále se uplatňuje analýza nejrůznějších dokumentů, pozorování, příp. další metody. Přínosem pro další výzkum v oblasti PER, ať na mezinárodní nebo lokální úrovni, může být fakt, že v mezinárodním prostředí existují standardizované výzkumné nástroje, zejména konceptuální testy a různé dotazníky. Protože tato studie abstrahuje do značné míry od fyzikálního obsahu, mohou být uvedena zjištění přínosná i pro výzkumníky v oblasti science education research.

Klíčová slova: didaktika fyziky, výzkum fyzikálního vzdělávání, výzkumná metoda, metoda sběru dat.

Data Collection Methods in Didactics of Physics in the International Environment

Abstract

The strategic goal of the research, which also includes this systematic review, is to reflect the development and current situation in the field of physics education research (hereafter referred to as PER). The purpose of the review is to present an outline of data collection methods and to foster discussion about research methods used in this field. Qualitative approach was used to deal with the research problem, complemented by the content analysis of research studies as a data collection method. The SCOPUS database was chosen as a source of the analysed texts, yet the analysis was limited only to relevant journal articles, 146 in total, published in English between 2010 and 2014. The data collection methods used in PER include questionnaires, interviews, and achievement tests (which are predominantly conceptual). Furthermore, there are analyses of various documents, observations, or other methods. A benefit for further research in the field of PER, both on

the local or international level, may be the fact that standardised research methods are used in the international environment, particularly conceptual tests and questionnaires. This study abstracts away, to a certain extent, from the realm of physics. This is why the presented findings may be beneficial also for other researchers in the field of science education.

Key words: didactics of physics, physics education research, research method, data collection method.

ÚVOD

V posledních letech sílí v České republice snaha o reflexi didaktiky fyziky jako vědeckého oboru. Dokladem tohoto úsilí je několik studií, z nichž některé mají přehledový charakter (zejména Nezvalová, 2011; Dvořák, Kekule & Žák, 2012, 2015), jiné se v rámci reflexe zaměřují úžeji (např. Žák, 2014, 2015). Česká didaktika fyziky není v tomto smyslu osamocená; reflexí procházejí také další oborové didaktiky (Stuchlíková & Janík, 2011, 2015). Součástí práce výzkumníků v daném oboru by měla být systematická rešerše odborné literatury. Tato rešerše se většinou zaměřuje na téma problému, k jehož řešení chce výzkumník přispět. Domníváme se, že může být pro badatele v dané oblasti přínosem seznámit se i s metodologií výzkumů, které se mnohdy jeho úzce vymezeného tématu přímo netýkají, přesto ale mohou být inspirací pro jeho práci a zároveň mohou poskytnout určitý nadhled nad řešením často velmi úzce vyprofilované množiny výzkumných otázek.

Přesvědčení, že součástí reflexe určitého vědeckého oboru by měla být diskuze otázek spojených s metodologií daného oboru, není nové. Metodologie byla v české odborné didakticko-fyzikální literatuře systematicky diskutována již před desítkami let – uveďme např. dílo J. Fenclové (1982: s. 106–135). Nicméně se zdá, že chybí analýza metod sběru dat (a dalších otázek spojených s metodologií), které jsou využívány v současné době v mezinárodním prostředí v didakticko-fyzikálním výzkumu (*physics education research*, dále jen PER¹), tedy nikoli jen v oblasti šířeji pojatého výzkumu ve vzdělávání. Potřeba této analýzy, přehledu a nadhledu se jeví jako značná také z toho důvodu, že v disertačních pracích z didaktiky fyziky obhájených v posledních letech v České republice byly identifikovány určité metodologické rezervy (Žák, 2015: s. 42–45). V mezinárodním prostředí již byly určité analýzy spojené s metodologií PER podniknuty; na používanou metodologii lze do jisté míry usoudit např. na základě přehledového díla Fräsera et al. (2012). Tato publikace ale není strukturována podle použité metodologie a navíc spadá do oblasti šířeji pojatého science education research.

Strategickým cílem výzkumu, jehož součástí je tato přehledová studie, je reflektovat vývoj a současný stav didaktiky fyziky, resp. PER.² Cílem této studie je podat přehled metod sběru dat, a podpořit tak diskusi o metodách výzkumu využívaných v oblasti didaktiky fyziky (PER) a obecněji v oblasti didaktik přírodovědných oborů

¹V rámci tohoto článku užíváme pojmy *výzkum v didaktice fyziky* a *physics education research* jako synonyma. Podrobnější vymezení a souvislosti viz Dvořák et al. (2015: s. 126–131).

²Autor se tím snaží navázat na výzvu v jedné ze svých předchozích prací (Žák, 2014: s. 240).

(*science education research*, SER).³ Snahou je podat plastický (byť ne úplný) přehled metod sběru dat (včetně odkazů na konkrétní výzkumné nástroje), dát je do souvislosti s výzkumnými přístupy a výzkumnými plány, a to nezávisle na výzkumných problémech, které jednotlivé práce řeší. V tomto bodě by předkládaná analýza měla přesáhnout běžnou činnost výzkumníka, který v literatuře typicky vyhledává ty výzkumy, které se přímo týkají jím řešené výzkumné otázky. Snahou je propojit tato zjištění alespoň částečně s českým kontextem – konkrétně s domácími disertačními pracemi z didaktiky fyziky.

Jako *výzkumný problém* byla stanovena následující otázka:

- Které metody sběru dat jsou v mezinárodním prostředí v současné době v PER využívány?

Studie je určena především výzkumníkům v oblasti didaktiky fyziky, mezi nimi zejména začínajícím badatelům (studentům doktorského studia); má ale ambici zasáhnout širší publikum – výzkumníky v oblasti didaktik dalších přírodovědných oborů. Text je strukturován tak, že po části věnované metodologii tohoto výzkumu (kapitola 1) následuje část s výsledky provedené analýzy (kapitola 2). V rámci ní jsou nejprve uvedeny časopisy, které se ukazují jako relevantní zdroje textů určených k analýze (podkapitola 2.1), následuje stěžejní část s přehledem metod sběru dat identifikovaných v PER (2.2) a dále je uvedena orientace výzkumných přístupů a výzkumné plány (2.3). V závěru a diskuzi (kapitola 3) je zvláštní pozornost věnována porovnání s metodologií uplatňovanou v českých disertačních pracích z didaktiky fyziky. V příloze je uveden seznam časopisů, ze kterých pocházejí analyzovaná výzkumná sdělení.

1 METODOLOGIE

Vzhledem ke stanovenému výzkumnému problému byl k řešení zvolen v zásadě kvalitativní přístup a za metodu sběru dat obsahová analýza textů (výzkumných sdělení). Kvalitativní přístup byl zvolen zejména z toho důvodu, že jde v první řadě o identifikaci výzkumných metod, zatímco četnost jejich používání byla sledována spíše okrajově.

Na používání různých výzkumných přístupů a metod ve fyzikálním vzdělávání je možné usuzovat z nejrůznějších zdrojů. Mezi ně jistě patří výzkumné články v časopisech, odborné knihy, sborníky z konferencí a závěrečné zprávy výzkumných projektů. Vzhledem k množství konferencí a také projektů v rámci PER (a jejich dohledatelnosti) je zřejmé, že je nutné omezit se na určitou užší, přesto ale relevantní skupinu výzkumů a souvisejících textů, na základě kterých je možné usuzovat na metodologii PER využívanou v současné době v mezinárodním prostředí.

Za vhodnou (nikoli jedinečnou) skupinu těchto textů byly zvoleny časopisecké články spadající do oblasti PER a za zdroj těchto článků byla zvolena databáze SCOPUS⁴. Výběr byl dále omezen na články publikované během nedávného pětiletého období – v letech 2010 až 2014. Jako hlavní klíčové slovo (na příslušné webové

³Některé články (a příslušné výzkumy) analyzované v rámci této studie spadají kromě PER také do oblasti SER. Zjednodušeně lze říci, že pokud v nalezených článcích, které spadají do SER, byly nalezeny informace, že jednou z oblastí, kterou příslušný výzkum pokrývá, je také fyzika, byl článek do analýzy zahrnut.

⁴Dostupné z <http://www.scopus.com>. Databáze SCOPUS byla zvolena mimo jiné z toho důvodu, že zahrnuje některé významné časopisy, např. *Physics Education*, *Journal of Science Teacher Education*, které v jiných databázích uvedeny nejsou.

stránce, v sekci *document search*) bylo při vyhledávání těchto článků zvoleno *physics education research*, které bylo hledáno v abstraktech článků (zadáno *article* v sekci *document type*)⁵. Výběr byl dále omezen na články psané anglickým jazykem.

Tento způsob vyhledávání článků má ovšem určité limity. Jedním z nich je, že jsou takto identifikovány články, které obsahují nejen zvolený klíčový termín *physics education research* jako celek, ale také články, kde jsou tato tři slova uvedena odděleně. Analýzou bylo zjištěno, že některé články z této druhé skupiny do PER patří, jiné ovšem nikoli. Relevantních se nakonec ukázalo celkem 146 článků. Především kvůli specifické volbě klíčového termínu je třeba absolutní četnosti článků (viz níže v kapitole 2) brát pouze jako dolní odhady skutečného počtu odpovídajících studií, a relativní četnosti jsou tudíž jen hrubým přiblížením zastoupení jednotlivých druhů článků a výzkumů. U nalezených článků byly z obsahového hlediska analyzovány jejich abstrakty, ve kterých byly hledány informace o metodách sběru dat. V abstraktech některých článků bohužel nebyly tyto informace (dostatečně podrobně) uvedeny, a tak se (pokud byly dostupné jejich plné verze) přikročilo k obsahové analýze plných textů článků. Zároveň bylo zaznamenáno, ve kterém časopisu byl článek publikován, příp. další informace, které se zdály relevantní (podrobněji v kapitole 2).

Limitem výše popsané metodologie zřejmě je, že se poměrně značně omezuje výběr textů. Při vyhledávání článků se nabízí volit např. klíčová slova *physics teaching*, *physics learning* atd. Dále tento přístup neumožňuje systematicky reflektovat příspěvky z konferencí a ani články z lokálních (národních) časopisů. Na druhou stranu lze tento přístup částečně obhájit tím, že mnohé kvalitní výstupy PER jsou mezinárodní komunitě v dovršené podobě často nabízeny právě v časopisech zařazených do databází (např. SCOPUS).

2 VÝSLEDKY

Ačkoliv je tato studie zaměřena na metody sběru dat, které jsou v rámci PER v mezinárodním prostředí využívány, objevily se během analýzy článků další informace, které můžeme považovat za přínosné. Níže tedy uvádíme i tato další zjištění, přičemž odpověď na výzkumnou otázku lze najít zejména v podkapitole 2.2.

2.1 ANALYZOVANÉ ČASOPISY

Informace o tom, které časopisy můžeme považovat za relevantní zdroje výzkumných studií v oblasti PER, může být podstatná jednak z hlediska vyhledávání dalších článků, jednak z hlediska možností publikovat výzkumy v rámci PER. Časopisů, ve kterých byly nalezeny články splňující kritéria popsaná výše (viz kapitola 1), bylo identifikováno sedmdesát. Vzhledem k jejich relativně velkému počtu uvádíme jejich seznam v příloze (tabulka 6) na konci textu.

K časopisům, které se výrazně orientují na PER, patří zejména *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, následovaný periodiky *International Journal of Science Education*; *American Journal of Physics*; *International Journal of Science and Mathematics Education* a *Research in Science Education*. Mezi dalšími můžeme najít jak časopisy zaměřené úžeji na *physics education (research)*, např. *European Journal of Physics* a *Physics Education*, tak časopisy se širším záběrem

⁵Na webové stránce www.scopus.com bylo dále v rámci *subject areas* zvoleno *physical sciences* a *social sciences & humanities*.

na *science education (research)*, např. *Journal of Science Teacher Education* nebo *Science and Education*. Některé z dalších časopisů jsou zaměřeny obecně na vzdělávání, např. *Educational Studies* a *Evaluation and Research in Education*. Výzkumné studie z oblasti PER však byly nalezeny i v časopisech, které jsou úžeji profilované mimo PER, např. *Sex Roles*; *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering* a *Curriculum Journal*.

2.2 METODY SBĚRU DAT

2.2.1 ZÁKLADNÍ PŘEHLED

V tabulce 1 jsou uvedeny metody sběru dat, které byly identifikovány v analyzovaných časopiseckých článcích.

Tab. 1: Metody sběru dat identifikované v analyzovaných časopiseckých článcích

Metoda sběru dat	Absolutní četnost článků	Relativní četnost článků
dotazník	68	30 %
interview	59	26 %
didaktický test	52	23 %
analýza dokumentů	23	10 %
pozorování	20	9 %
jiné	5	2 %
celkem	227	100 %

Z tabulky 1 je zřejmé, že nejčastěji používanými metodami sběru dat jsou dotazník, interview a didaktický test. Dále je využívána analýza nejrůznějších dokumentů (podrobněji dále) a pozorování. Jen sporadicky byly použity jiné metody, které nelze jednoznačně zahrnout mezi předcházející (podrobněji níže).

Je zřejmé, že v některých výzkumech (příslušných článcích) bylo použito více metod sběru dat, protože ve 146 článcích bylo identifikováno celkem 227 metod. Rozdělení článků podle počtu metod sběru dat, které jsou v nich a v příslušných výzkumech použity, je uvedeno v tabulce 2.⁶

Tab. 2: Rozdělení časopiseckých článků podle počtu metod sběru dat

Počet metod použitých v daném článku (výzkumu)	Absolutní četnost článků	Relativní četnost článků
jedna	86	59 %
dvě	43	29 %
tři	13	9 %
čtyři	4	3 %
celkem	146	100 %

Z tabulky 2 je patrné, že ve více než polovině článků je použita jediná metoda sběru dat (přesněji: jediný druh – viz poznámka 6), v necelé třetině prací dvě metody a jen výjimečně tři a více metod sběru dat.

⁶Pokud jsou v daném článku (a výzkumu) použity např. dva didaktické testy, je tato metoda vykázána v tabulce 2 jen jednou. Přesněji lze říci, že v tabulce 2 jsou uvedeny počty různých *druhů* metod sběru dat (vymezených v tabulce 1).

2.2.2 DOTAZNÍK

Dotazník představuje metodu sběru dat, která byla v analyzovaných studiích (a příslušných výzkumech) používána nejčastěji. Identifikován byl v 68 případech, čemuž odpovídá téměř polovina všech článků (mezi metodami tvoří dotazník asi 30 %⁷). Dotazníky představují poměrně širokou skupinu nástrojů a termínu *dotazník* odpovídají různé anglické ekvivalenty: *questionnaire*, *survey*, *inventory*. V tabulce 3 je uveden přehled některých dotazníků, které jsou v mezinárodním prostředí v rámci PER častěji používány.

Tab. 3: Dotazníky častěji používané v mezinárodním prostředí v rámci PER

Název dotazníku	Zkratka	Příklady použití
The Colorado Learning Attitudes about Science Survey for Experimental Physics	E-CLASS	Zwickl et al. (2014)
The Five-Factor Personality Inventory	FFPI	Korpershoek et al. (2010)
The Maryland Physics Expectation Survey	MPEX	Sharma, Ahluwalia & Sharma (2013)
The Problem Solving Confidence Questionnaire	PSCQ	Gok (2013)
Sources of Self-Efficacy in Science Courses-Physics	SOSESC-P	Sawtelle, Brewes & Kramer (2012)

Typické je, že se pomocí dotazníku zjišťují postoje k fyzice, a to buď jako vědě (oboru lidské činnosti) nebo k vyučovacím předmětům (zejména postoje k inovativní výuce). Dotazník využívají např. Zwickl et al. (2014), kteří se zabývají epistemologií a očekáváními studentů v souvislosti s jejich prací ve fyzikální laboratoři. Tato do značné míry metodologická studie seznamuje poměrně podrobně s výzkumným nástrojem E-CLASS (viz tabulka 3). Je inspirativní, že v rámci studie je detailně doložena a diskutována jeho validita (obsahová – *content validity*, konvergentní – *convergent validity*). V příloze studie jsou pak uvedeny položky dotazníku. Některé z dotazníků, např. FFPI (Korpershoek et al., 2010) sice samy o sobě nespádají do oblasti PER, ale jsou v rámci ní využívány. Poměrně časté je použití dotazníku a zároveň další metody sběru dat (např. interview) v rámci jednoho výzkumu.

2.2.3 INTERVIEW

Rozhovor (*interview*) je metodou sběru dat, která byla v analyzovaných výzkumech používána po dotazníku nejčastěji. Identifikováno bylo v 59 případech. Také interview (podobně jako dotazník) představuje poměrně širokou množinu nástrojů. Používány byly zejména polostrukturované rozhovory (*semi-structured interview*, např. Danielsson, 2012), individuální hloubkové rozhovory (*individual in-depth interview*, např. Choi, Nieminen & Townson, 2012) a rozhovory vedené v rámci ohniskových skupin (*focus groups interview/discussion*, např. Buck et al., 2014). Interview byla typicky kombinována s dalšími metodami sběru dat (zejména dotazníkem, didaktickým testem, dále pozorováním a analýzou dokumentů), a to zejména v rámci kvalitativně orientovaných a smíšených výzkumů.

⁷Tato relativní četnost je dána tím, že ve 146 analyzovaných článcích bylo identifikováno celkem 227 metod (tj. v mnoha výzkumech byly použity dvě, příp. více metod sběru dat). V tomto konkrétním případě je relativní četnost $68/227 = 0,30$.

2.2.4 DIDAKTICKÝ TEST

Didaktické testy patří mezi poměrně hojně používané metody sběru dat v současném PER. Identifikovány byly v 52 případech. Mezi didaktickými testy zaujímají významné místo tzv. *konceptuální testy* (nazývané různě: *concept(ual) test*, *concept(ual) inventory*, *concept(ual) survey*), které se zaměřují na odhalování chybných prekonceptů, zejména žáků (podrobněji v češtině Mandíková & Trna, 2011: s. 9–16). V posledních desetiletích bylo v mezinárodním prostředí vyvinuto, ověřeno a použito větší množství konceptuálních, příp. dalších didaktických testů uvedených v tabulce 4 (dále Docktor & Mestre, 2014).

Tab. 4: Konceptuální (a další významné didaktické) testy používané v mezinárodním prostředí

Název testu	Zkratka	Příklady použití
The Astronomy Concept and Achievement Test	ACAT	Kanli (2014)
The Basic Electricity and Magnetism Assessment	BEMA	Thacker et al. (2014)
The Certainty of Response Index	CRI	Colclough, Lock & Soares (2011)
The Colorado Upper-Division Electrostatics Assessment	CUE	Chasteen et al. (2012)
The Conceptual Survey of Electricity and Magnetism	CSEM	Rudolph et al. (2014)
The Determining and Interpreting Resistive Electric Circuits Concepts Test	DIRECT	Dzikovska et al. (2014)
The Electric Circuit Diagnostic Test	ECDT	Dzikovska et al. (2014)
The Force and Motion Conceptual Evaluation	FMCE	Otero, Pollock & Finkelstein (2010)
The Force Concept Inventory	FCI	Morris et al. (2012)
Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning	CTSR	Nieminen, Savinainen & Viiri (2012)
The Mechanical Waves Conceptual Survey	MWCS	Tongchai et al. (2011)
The Mechanics Baseline Test	MBT	Thacker et al. (2014)
The Physics Achievement Test	PAT	Gok (2013)
The Test of Conceptual Understanding of Newtonian Physics	TCUNP	Saleh (2012)
The Thermodynamic Concept Survey	TCS	Wattanakasiwich et al. (2013)

Konceptuální testy zaměřující se na zkoumání pochopení určitých pro danou oblast typických pojmů nemusí být administrovány pouze žákům, ale mohou přinést také informaci o osvojení daných představ např. učiteli (Kanli, 2014). Mezi výše zmíněnými studii můžeme najít mimo jiné i ty, které se zabývají tvorbou nebo zkoumáním vlastností určitého konceptuálního testu (Wattanakasiwich et al., 2013; Morris et al., 2012). I když je zřejmé, že zkoumání žakovských prekonceptů je silným tématem PER, přesto se objevují studie přicházející s určitými výhradami k takto pojatým výzkumům. Někteří badatelé tak např. doporučují spíše než prekoncepty zabývat se stavem, kdy žáci konceptuální porozumění prostě postrádají – mluví se o *missing conceptions*, viz von Aufschnaiter & Rogge (2010).

2.2.5 ANALÝZA DOKUMENTŮ

Rozbor různých dokumentů (záznamů) byl sice identifikován ve výrazně menším počtu studií (23), zahrnuje ale několik poměrně odlišných případů. Někteří autoři analyzovali např. emailovou komunikaci (Enderle, Southerland & Grooms, 2013), jiní webové stránky (Crowl et al., 2013), další kurikulární dokumenty příslušných předmětů na daném stupni vzdělávání (Şardağ et al., 2014). V rámci jedné studie byly analyzovány dětské kresby (*children's drawings*), a to v souvislosti s havárií jaderné elektrárny v japonské Fukushima (Neumann, 2014).

2.2.6 POZOROVÁNÍ

Poměrně málo používanou metodou sběru dat bylo pozorování (*observation*). Bylo identifikováno ve 20 výzkumných studiích. Většinou se jednalo o pozorování a následnou analýzu s použitím videa (*video study, video-based research*). Např. Karam (2014: s. 4) využil software Videograph k analýze vybraných výukových epizod. Tento kvalitativně orientovaný výzkum, jehož výzkumným plánem byla případová studie, vedl k identifikaci souboru kategorií, které popisují různé strategie učitele vedoucí ke zdůraznění role matematiky ve výuce.

2.2.7 JINÉ METODY SBĚRU DAT

Jen sporadicky se v příslušných výzkumech objevily další metody sběru dat. Výjimkami jsou např. Simon & Cuenca-Lorente (2012), kteří analyzovali v rámci své historické studie sbírky vědeckých, mimo jiné i fyzikálních pomůcek (*analysis of scientific instrument collections*), a Emdin (2011), který v rámci etnografického výzkumu sbíral data mimo jiné v podobě terénních poznámek (*field notes*).

2.3 ORIENTACE VÝZKUMNÉHO PŘÍSTUPU A VÝZKUMNÉ PLÁNY

2.3.1 ZÁKLADNÍ PŘEHLED

Tato část sice překračuje původně vymezenou výzkumnou otázku, nicméně informace o orientaci výzkumů a použitých výzkumných plánech můžeme považovat za vhodný doplněk přehledu metod sběru dat.

Při analýze se sice ukázalo, že autoři článků poměrně často v abstraktu nedeclarovali orientaci výzkumného přístupu, který využívali; někdy nebyla tato informace uvedena explicitně ani v části článku, která se zabývala použitými metodami, na druhou stranu na orientaci výzkumného přístupu bylo možné usuzovat z analýzy použitých metod sběru dat a dále na základě způsobu vyhodnocování výsledků. V tabulce 5 je uvedeno rozdělení analyzovaných časopiseckých článků podle orientace výzkumného přístupu, který byl v příslušných výzkumech uplatněn.

Tab. 5: Rozdělení analyzovaných časopiseckých článků podle orientace výzkumného přístupu

Výzkumný přístup	Absolutní četnost článků	Relativní četnost článků
kvalitativní	44	30 %
kvantitativní	61	42 %
smíšený	41	28 %
celkem	146	100 %

Je zřejmé, že mezi zkoumanými publikacemi se poměrně často objevují jak články s kvantitativně orientovaným, tak i kvalitativně orientovaným výzkumem. Identifikovány byly také studie využívající smíšený přístup. V některých případech byla hranice např. mezi smíšeným a kvantitativním přístupem poměrně neostrá, protože kvantitativní část dominovala a bylo na zvážení, zda se přiklonit ještě ke kvantitativnímu přístupu nebo už ke smíšenému. Určitá převaha kvantitativního výzkumu není příliš výrazná. Pokud budeme velmi jednoduše předpokládat, že výzkumy se smíšeným přístupem jsou zhruba z poloviny tvořeny kvantitativním a z poloviny kvalitativním výzkumem, bude na kvantitativně orientovaný výzkum celkově připadat přibližně 56 % a na kvalitativní zhruba 44 %.⁸

Pro kvantitativní výzkum se ukazuje z hlediska metod sběru dat jako typické použití didaktických (konceptuálních) testů a dotazníků. Jako výzkumný plán se často uplatňuje porovnávání efektů dosažených u experimentální a kontrolní skupiny osob (např. Saleh, 2012; Eren & Akinoglu, 2013; Kiliç & Şen, 2014). V rámci kvalitativního výzkumu byla jako výzkumný plán používána zejména případová studie a omezeně také zakotvená teorie a etnografie (podrobněji část 2.3.2). Jako metody sběru dat se uplatňovaly hlavně interview a dotazníky, dále pak analýza dokumentů a pozorování.

Příkladem použití smíšeného výzkumného přístupu (*mixed methods design*) je studie dvojice autorů Markic a Eilks (2012). Cílem bylo poskytnout obrázek o představách studentů týkajících se vyučování a učení se přírodovědným oborům a to tak, že budou integrována data z různých zdrojů a ze studií, které jsou jak kvalitativní, tak kvantitativní povahy (Markic & Eilks, 2012: s. 593). Tato studie zároveň překračuje oblast PER, protože jsou zkoumáni nejen budoucí učitelé fyziky, ale také studenti učitelství biologie a chemie. K analýze a pochopení studované problematiky se autoři rozhodli pro integrační model smíšeného přístupu (*integrative model of mixed methods research*). Ten se snaží integrovat data jednak během samotného procesu jejich sběru, ale také při jejich analýze a nakonec i při interpretaci.

2.3.2 VYBRANÉ VÝZKUMNÉ PLÁNY

PŘÍPADOVÁ STUDIE

Mezi výzkumnými plány používanými v rámci kvalitativního, příp. smíšeného výzkumu byla poměrně často využívána případová studie (*case study*), která se typicky snaží zodpovědět výzkumnou otázku na základě podrobného popisu a rozboru jednoho nebo několika případů.

Jako příklad kvalitativního výzkumu, jehož výzkumným plánem je případová studie, můžeme uvést výzkum Danielssonové (2012). Jedná se o součást rozsáhlejšího výzkumného projektu, který má za cíl zkoumat, jak se konstituuje identita vysokoškolských studentek a studentů fyziky. Výzkumnice prováděla polostrukturované rozhovory, aby prozkoumala, co může znamenat být studentkou fyziky na univerzitě. Původně byly provedeny rozhovory s 12 vysokoškolačkami a 10 vysokoškoláky z jedné švédské univerzity, ale pro další účely byly použity rozhovory již jen s pěti ženami. Interview byla zvukově nahrávána a doslovně přepsána. Výzkum v podstatě sestává z pěti případových studií. Přes různé rozdíly mezi studentkami se ukazuje, že v některých ohledech jsou si podobné. Tomu odpovídá struktura článku v části

⁸Připomeňme, že vzhledem k metodologii použité při analýze článků je třeba zejména relativní četnosti brát jako velmi orientační. Relevantní je konstatování, že ke každému typu výzkumů (podle orientace výzkumného přístupu) bylo nalezeno více než 40 článků.

s výsledky; studentky Mia a Ann jsou označeny heslem „anomálie ženy ve fyzice“, Klara a Hanna zkratkou „stát se fyzičkou – nebo ne?“ a Cecilia je označena jako „experimentátorka“. Na jedné straně je zřejmé, že použití kvalitativního přístupu a pěti případových studií (jako výzkumného plánu) nemůže vést k výsledkům, které by bylo možné široce zobecnit, na druhou stranu takto pojatý výzkum může přinést hlubší vhled nejen do vybraných případů, ale zprostředkovaně do celého problému, jehož jsou součástí.

ZAKOTVENÁ TEORIE

K zakotvené teorii (*grounded theory*), která patří mezi výzkumné plány kvalitativního, příp. smíšeného výzkumu, odkazuje jen několik nalezených výzkumů (Markic & Eilks, 2012; Kock et al., 2013). V rámci tohoto výzkumného plánu je snaha induktivně generovat teorii popisující a vysvětlující určitý fenomén (podrobněji např. Strauss & Corbinová, 1999). S využitím zakotvené teorie byly zkoumány představy německých studentů učitelství přírodovědných předmětů týkající se vyučování a učení (Markic & Eilks, 2012). Použití zakotvené teorie konkrétně vedlo k testování na třech škálách – zaměřených na představy o organizaci výuky ve třídě, představy o výukových cílech a epistemologické představy. Z výzkumu vyplynulo, že studenti učitelství fyziky (spolu s budoucími učiteli chemie) mají spíše tradiční představy o výuce, zatímco studenti učitelství biologie a budoucí učitelé na 1. stupni ZŠ zastávají názory více spjaté s moderními vzdělávacími teoriemi.

ETNOGRAFIE

Pouze sporadicky byly využívány prvky etnografie (*ethnography*) jakožto výzkumného plánu kvalitativně orientovaného výzkumu. Emdin (2011) zkoumá a dokumentuje komunikaci mladých lidí v oblasti přírodovědných oborů, kteří navštěvují městské školy (*urban schools*). Jako metody sběru dat při tom využil jak terénní poznámky (*field notes*), tak videonahrávky. Výzkumník se tak zabýval tématem, které je tradičně v oblasti PER poněkud přehlíženo. Jiný autor, Candela (2013), se zabýval specifiky vzdělávání v souvislosti s etnickou skupinou Tzeltalů (konkrétně tzeltalských učitelů, žijících na území Mexika).

3 ZÁVĚR A DISKUZE

Odpovědí na stanovenou výzkumnou otázku je, že metodami sběru dat, které jsou v mezinárodním prostředí v současné době v oblasti výzkumu fyzikálního vzdělávání využívány, jsou dotazník, interview a didaktický (zejména konceptuální) test. Dále je využívána analýza různých dokumentů (emailová komunikace, webové stránky, kurikulární dokumenty, dětské kresby), pozorování (s použitím videa) a sporadicky také jiné metody.

Podstatné je, že v mnoha analyzovaných studiích z mezinárodního prostředí byly identifikovány výzkumné nástroje, které jsou standardizovány. Jedná se zejména o různé konceptuální testy a dotazníky určené k měření postojů, příp. zjišťující zpětnou vazbu z realizované výuky. Tyto nástroje jsou potenciálně využitelné také v domácím prostředí. Znalost jejich vlastností může pomoci při adekvátním převodu do jinojazyčné varianty, přestože i tak je velmi žádoucí shromáždit doklady o validitě a reliabilitě takto upraveného nástroje.

V rámci diskuze výše uvedených zjištění se nabízí porovnat situaci v oblasti metodologie se stavem v České republice. Jednou možností by bylo porovnat celkovou produkci v mezinárodním prostředí s příspěvkem českých autorů v rámci ní. Pokud jde ale o databázi SCOPUS a výše zvolená kritéria výběru, texty českých autorů v ní nalezneme velmi sporadicky. Jinou možností je porovnání s českými studiemi uváděnými v domácích odborných časopisech (zejména v periodikách *Scientia in educatione*, *Orbis scholae*, *Pedagogická orientace*, *Pedagogika*, *Matematika-fyzika-informatika*, příp. dalších). Tento přístup je oprávněný, nicméně vzhledem k tomu, že by vydal zřejmě na samostatnou studii, zaměříme se na porovnání s českými pracemi, které v nedávné době byly z hlediska použité metodologie již analyzovány, a těmi jsou disertační práce (Žák, 2015).

V disertačních pracích z didaktiky fyziky obhájených v České republice v letech 2004 až 2013, resp. v příslušných výzkumech byl nejčastěji jako metoda sběru dat používán dotazník a dále didaktický test, méně byla využívána analýza textů, učebnic, kurikulárních dokumentů, prací žáků, dále pozorování a interview (podrobněji Žák, 2015: s. 39–40). Určitý rozdíl je tedy patrný v tom, že zatímco v mezinárodním prostředí bylo interview využíváno poměrně často (byť jeho zjištěnou četnost je třeba brát s rezervou), v českých disertačních pracích se jednalo o metodu používanou sporadicky.⁹

Provedená analýza přinesla také další důležité informace. Bylo zjištěno, že existuje poměrně velké množství časopisů (bylo jich nalezeno sedmdesát), ve kterých byly v posledních letech uveřejněny výzkumné studie spadající do oblasti PER (a které jsou zařazeny do databáze SCOPUS). Počet časopisů je třeba vnímat jako relativně velký (s důrazem na slovo relativně), protože je otázkou, kolik potenciálních autorů (z celého světa) existuje. Jako přínosná informace se jeví, že kromě časopisů, které se již podle názvu profilují jako časopisy zaměřené na *physics* (nebo *science*) *education research*, byly nalezeny mnohé další, kde je možné studie z PER publikovat, i když je zaměření těchto časopisů orientováno více či méně jinak.

Dále se ukazuje, že v mezinárodním prostředí v současné době v oblasti výzkumu fyzikálního vzdělávání jsou zastoupeny jak kvantitativně, tak kvalitativně orientované výzkumy a také výzkumy se smíšeným přístupem. Poměrně časté využívání kvalitativního přístupu k řešení výzkumných problémů PER můžeme chápat jako překvapivé, protože sám mateřský obor – fyzika je orientován výrazně kvantitativně (využívání náročného matematického aparátu).

Předložená analýza publikací není, jak bylo naznačeno již v úvodní části textu, z hlediska výběru relevantních textů úplná. V první řadě došlo k omezení díky tomu, že byla hledána určitá signifikantní slova (*physics education research*) v abstraktech článků. Je pravděpodobné, že ne u všech studií spadajících do PER se tato slova v textu abstraktu vyskytují. Tyto texty pak bohužel do analýzy zařazeny nebyly. Při volbě dalších klíčových slov je možné tuto analýzu doplnit a rozšířit. Nicméně je zřejmě nemožné vygenerovat takovou množinu klíčových slov, aby problém s úplností zcela odpadl.

Dále lze polemizovat s tím, že všechny časopisy zařazené do databáze SCOPUS (a v nich uveřejněné texty) vykazují vyšší kvalitu (co ji utváří?) než časopisy, které v ní zařazené nejsou. Je třeba uvést, že vzhledem k procedurám, které podstupují články nabízené do odborných časopisů, zvláště těch uvedených v mezinárodních databázích, lze očekávat, že některé inovativní texty se publikování v těchto časopisech

⁹Málo časté používání interview (na rozdíl od velmi častého dotazníku) dokládá v současné době v didaktice chemie Rusek (2015: s. 23) a v didaktice biologie Pavlasová (2015: s. 8–9).

nedočkají. To je další argument, proč nelze přehled o používané metodologii v této (a zřejmě ani jiné) oblasti zužovat na produkci již zavedených tradičních časopisů. V této souvislosti se může ukázat jako přínosné zabývat se příspěvky, které jsou prezentovány také na konferencích. Ty totiž často nepodléhají tak striktním pravidlům (včetně konzervatismu) kladeným na jejich veřejnou prezentaci jako články časopisecké (s pozitivními i negativními důsledky). Stranou nemusí ovšem zůstat ani výzkumné studie uváděné v lokálních časopisech a prezentované na lokálních konferencích; pro řešení aktuálních lokálně podmíněných otázek mohou mít značný přínos.

LITERATURA

- Buck, G. A., Mills, M., Wang, J. & Yin, X. (2014). Evaluating and exploring a professional conference for undergraduate women in physics: Can one weekend make a difference? *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 20(4), 359–377.
- Candela, A. (2013). Dialogue between cultures in Tzeltal teachers' cultural discourse: Co-construction of an intercultural proposal for science education. *Journal of Multicultural Discourses*, 8(2), 93–112.
- Chasteen, S. V., Pollock, S. J., Pepper, R. E. & Perkins, K. K. (2012). Thinking like a physicist: A multi-semester case study of junior-level electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 80(10), 923–930.
- Choi, S. H.-J., Nieminen, T. A. & Townson, P. (2012). Factors influencing international PhD students to study physics in Australia. *Innovations in Education and Teaching International*, 49(3), 309–318.
- Colclough, N. D., Lock, R. & Soares, A. (2011). Pre-service teachers' subject knowledge of and attitudes about radioactivity and ionising radiation. *International Journal of Science Education*, 33(3), 423–446.
- Crowl, M., Devitt, A., Jansen, H., van Zee, E. H. & Winograd, K. J. (2013). Encouraging prospective teachers to engage friends and family in exploring physical phenomena. *Journal of Science Teacher Education*, 24(1), 93–110.
- Danielsson, A. T. (2012). Exploring woman university physics students 'doing gender' and 'doing physics'. *Gender and Education*, 24(1), 25–39.
- Docktor, J. L. & Mestre, J. P. (2014). Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 10(2), 1–58.
- 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.
- Dvořák, L., Kekule, M. & Žák, V. (2015). Didaktika fyziky včera, dnes a zítra. In I. Stuchlíková & T. Janík (Eds.), *Oborové didaktiky: vývoj – stav – perspektivy* (123–157). Brno: Masarykova univerzita.
- Dzikovska, M., Steinhauer, N., Farrow, E., Moore, J. & Campbell, G. (2014). BEETLE II: Deep natural language understanding and automatic feedback generation for intelligent tutoring in basic electricity and electronics. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24(3), 284–332.
- Emdin, C. (2011). Dimensions of communication in urban science education: Interactions and transactions. *Science Education*, 95(1), 1–20.

- Enderle, P. J., Southerland, S. A. & Grooms, J. A. (2013). Exploring the context of change: Understanding the kinetics of a studio physics implementation effort. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 9(1), 1–18.
- Eren, C. D. & Akinoglu, O. (2013). Effect of problem-based learning (PBL) on critical thinking disposition in science education. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 14(3A), 1353–1361.
- Fenclová, J. (1982). *Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Fraser, J. B., McRobbie, C. J. & Tobin, K. G. (Eds.). (2012). *Second international handbook of science education*. Dordrecht: Springer.
- Gok, T. (2013). A comparison of students' performance, skill and confidence with peer instruction and formal education. *Journal of Baltic Science Education*, 12(6), 747–758.
- Kanli, U. (2014). A study on identifying the misconceptions of pre-service and in-service teachers about basic astronomy concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(5), 471–479.
- Karam, R. (2014). Framing the structural role of mathematics in physics lectures: A case study on electromagnetism. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 10(1), 1–23.
- Kiliç, H. E. & Şen, A. I. (2014). The effect of physics education based on out-of-school learning activities and critical thinking on students' attitudes. *Eğitim ve Bilim*, 39(176), 13–30.
- Kock, Z.-J., Taconis, R., Bolhuis, S. & Gravemeijer, K. (2013). Some key issues in creating inquiry-based instructional practices that aim at the understanding of simple electric circuits. *Research in Science Education*, 43(2), 579–597.
- Korpershoek, H., Kuyper, H., Werf, G. V. D. & Bosker, R. (2010). Who 'fits' the science and technology profile? Personality differences in secondary education. *Journal of Research in Personality*, 44(5), 649–654.
- Mandíková, D. & Trna, J. (2011). *Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky*. Brno: Paido.
- Markic, S. & Eilks, I. (2012). A comparison of student teachers' beliefs from four different science teaching domains using a mixed methods design. *International Journal of Science Education*, 34(4), 589–608.
- Morris, G. A., Harshman, N., Branum-Martin, L., Mazur, E., Mzoughi, T. & Baker, S. D. (2012). An item response curves analysis of the Force Concept Inventory. *American Journal of Physics*, 80(10), 923–930.
- Neumann, S. (2014). What students think about (nuclear) radiation – before and after Fukushima. *Nuclear Data Sheets*, 120, 166–168.
- Nezvalová, D. (2011). Didaktika fyziky v České republice: trendy, výzvy a perspektivy. *Pedagogická orientace*, 21(2), 171–192.
- Nieminen, P., Savinainen, A. & Viiri, J. (2012). Relations between representational consistency, conceptual understanding of the force concept, and scientific reasoning. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 8(1), 1–10.
- Otero, V., Pollock, S. & Finkelstein, N. (2010). A physics department's role in preparing physics teachers: The Colorado learning assistant model. *American Journal of Physics*, 78(11), 1218–1224.

- Pavlasová, L. (2015). Disertační práce se zaměřením na didaktiku biologie v České republice v letech 2004–2013. *Scientia in educatione*, 6(2), 4–15.
- Rudolph, A. L., Lamine, B., Joyce, M., Vignolles, H. & Consiglio, D. (2014). Introduction of interactive learning into French university physics classrooms. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 10(1), 1–18.
- Rusek, M. (2015). Analýza disertačních prací z didaktiky chemie obhájených v letech 2003–2014. *Scientia in educatione*, 6(2), 16–34.
- Saleh, S. (2012). The effectiveness of brain-based teaching approach in dealing with the problems of students' conceptual understanding and learning motivation towards physics. *Educational Studies*, 38(1), 19–29.
- Şardağ, M., Aydin, S., Kalender, N., Tortumlu, S., Çiftçi, M. & Perihanoglu, S. (2014). The integration of nature of science in the new secondary physics, chemistry and biology curricula. *Eğitim ve Bilim*, 39(174), 233–248.
- Sawtelle, V., Brewe, E. & Kramer, L. H. (2012). Exploring the relationship between self-efficacy and retention in introductory physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1096–1121.
- Sharma, S., Ahluwalia, P. K. & Sharma, S. K. (2013). Students' epistemological beliefs, expectations, and learning physics: An international comparison. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 9(1), 1–13.
- Simon, J. & Cuenca-Lorente, M. (2012). Science education and the material culture of the nineteenth-century classroom: Physics and chemistry in Spanish secondary schools. *Science and Education*, 21(2), 227–244.
- Strauss, A. & Corbinová, J. (1999). *Základy kvalitativního výzkumu*. Boskovice: Albert.
- Stuchlíková, I. & Janík, T. (Eds.). (2011). Oborové didaktiky: bilance a perspektivy [Monotematické číslo]. *Pedagogická orientace*, 21(2).
- Stuchlíková, I. & Janík, T. et al. (2015). *Oborové didaktiky: vývoj – stav – perspektivy*. Brno: Masarykova univerzita.
- Thacker, B., Dulli, H., Pattillo, D. & West, K. (2014). Lessons from a large-scale assessment: Results from conceptual inventories. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 10(2), 1–13.
- Tongchai, A., Sharma, M. D., Johnston, I. D., Arayathanitkul, K. & Soankwan, C. (2011). Consistency of students' conceptions of wave propagation: Findings from a conceptual survey in mechanical waves. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 7(2), 1–11.
- von Aufschnaiter, C. & Rogge, C. (2010). Misconceptions or missing conceptions? *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(1), 3–18.
- Wattanakasiwich, P., Taleab, P., Sharma, M. D. & Johnston, I. D. (2013). Development and implementation of a conceptual survey in thermodynamics. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 21(1), 29–53.
- Zwickl, B. M., Hirokawa, T., Finkelstein, N. & Lewandowski, H. J. (2014). Epistemology and expectations survey about experimental physics: Development and initial results. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 10(1), 1–14.

Žák, V. (2014). Historický vývoj pojetí didaktiky fyziky v České republice. *Pedagogická orientace*, 24(2), 222–243.

Žák, V. (2015). Disertační práce z didaktiky fyziky obhájené v České republice v letech 2004 až 2013 – přehled a analýza. *Scientia in educatione*, 6(2), 35–50.

VOJTĚCH ŽÁK, Vojtech.Zak@mff.cuni.cz
Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta
Katedra didaktiky fyziky
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, Česká republika

PŘÍLOHA

Tab. 6: Seznam časopisů, v nichž byly identifikovány články spadající do PER (časopisy jsou v první části tabulky uspořádány podle počtu analyzovaných článků – uveden v závorce za názvem časopisu; časopisy, ve kterých bylo identifikováno méně než pět článků, jsou uspořádány v druhé části tabulky již jen abecedně)

Název časopisu (počet relevantních článků)

Physical Review Special Topics – Physics Education Research (37)

International Journal of Science Education (12)

American Journal of Physics (7)

International Journal of Science and Mathematics Education (6)

Research in Science Education (6)

Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching (5)

Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education (5)

Journal of Science Teacher Education (5)

Název časopisu (s méně než pěti relevantními články)

Advanced Science Letters

Alberta Journal of Educational Research

Asia-Pacific Education Researcher

Australasian Journal of Educational Technology

Australian Journal of Teacher Education

British Educational Research Journal

Canadian Journal of Physics

Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education

CBE – Life Sciences Education

Cultural Studies of Science Education

Curriculum Journal

Developmental Psychology

Educational Studies

Eğitim Arastirmalari – Eurasian Journal of Educational Research

Eğitim ve Bilim

E-Learning and Digital Media

Electronic Journal of e-Learning

Emotion Review
Energy Education Science and Technology
European Journal of Engineering Education
European Journal of Physics
European Physical Journal: Special Topics
Evaluation and Research in Education
Gender and Education
Hacettepe Egitim Dergisi
Innovations in Education and Teaching International
International Education Studies
International Journal of Artificial Intelligence in Education
International Journal of Environmental and Science Education
International Journal of Game-Based Learning
International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education
International Journal of Learning
Journal of Baltic Science Education
Journal of Chemical Education
Journal of Environmental Protection and Ecology
Journal of Multicultural Discourses
Journal of Research in Personality
Journal of Research in Science Teaching
Journal of Science Education
Journal of Science Education and Technology
Journal of Women and Minorities in Science and Engineering
Jurnal Teknologi (Sciences and Engineering)
Learning and Individual Differences
Middle East Journal of Scientific Research
New Educational Review
Nuclear Data Sheets
Pedagogische Studiën
Physica Medica
Physics Education
Research Journal of Applied Sciences
Revista de Educación
Revista Mexicana de Física E
Romanian Reports in Physics
Science
Science and Education
Science Education
Sex Roles
Studies in Higher Education
Teaching and Teacher Education
Teaching Mathematics and its Applications
Theoretical Issues in Ergonomics Science
World Applied Sciences Journal

Obsahová analýza tématu evoluce člověka v českých učebnicích dějepisu

Radka Marta Dvořáková, Karolína Absolonová

Abstrakt

V této studii analyzujeme obsahovou správnost tématu evoluce člověka ve 14 českých dějepisných učebnicích. Zaměřujeme se na tři klíčové oblasti – pojetí vývoje člověka, druhovou analýzu a pojetí druhu *H. sapiens*. Upozorňujeme na řadu zastaralých informací a opakujících se nepřesností, které učebnice dějepisu obsahují, jako je kupříkladu čistě lineární schéma evolučního vývoje nebo uvádění neandertálce jako poddruhu *Homo sapiens*. Upozorňujeme, jak a proč mohou tyto miskoncepce později komplikovat relevantní pochopení evoluce ve výuce přírodopisu a biologie.

Klíčová slova: evoluce člověka, učebnice dějepisu, obsahová analýza.

Content Analysis of Czech School History Textbook with regard to Human Evolution Topics

Abstract

Our study analysed the factual accuracy of the issue of human evolution as presented in fourteen Czech history textbooks. We focused upon three key fields — the concept of human evolution, species analysis and the conception of *H. sapiens*. We point out the fact that the history textbooks contain multiple outdated information and mistakes, such as the linear image of evolution or the persistent labeling of *H. neanderthalensis* as a subspecies of *H. sapiens*. We draw attention to some ways in which this misconception is likely to complicate the students' understanding of evolution in the during subsequent science lessons.

Key words: human evolution, history textbooks, content analysis.

1 ÚVOD

Učebnice jsou jednou ze základních učebních pomůcek. Přestože nepatří mezi závazné výukové dokumenty, nezanedbatelnou měrou formují na všech stupních vzdělávání fakta, která jsou do výuky zařazována (Driscoll et al., 1994; Mikk, 2007). Někteří autoři uvádějí, že učitelé vycházejí při přípravě až 90 % času vyučovací jednotky právě z učebnic (Woodward, 1986). Největší měrou to platí pro témata, v nichž se učitelé necítí úplně jisti – ať už proto, že nenacházejí čas sledovat nejnovější poznatky a trendy v dynamicky se rozvíjejících disciplínách, nebo proto, že u kontroverznějších témat hledají v učebnici oporu, jejímiž stanovisky a tezemi se mohou zaštitit.

Učebnice lze analyzovat z mnoha hledisek. Obsah a jeho odborná správnost, zahrnující také prezentaci poznatků na současné úrovni vědy, na které cílí tato studie, je pouze jedním z řady aspektů. Vědecká správnost by měla být samozřejmostí – Altmann (1975: s. 193–199) klade didaktickou zásadu vědeckosti, v kontextu výuky biologie na všech stupních škol, na první místo; i při hodnocení učebnic obecně se jedná o jedno z nejdůležitějších kritérií (Sikorová, 2007). Průcha (1998: s. 80) uvádí, že ve složce obsahu učebnic nebývají spatřovány závažné problémy a že případné rozpory se týkají spíše výběru učiva, neboť odborníci na určitý vyučovací předmět se mohou odlišovat v názorech na to, co z určité vědy do učiva začlenit a co ne. Podle našich zkušeností se ovšem ukazuje, že ne vždy je požadavek odborné správnosti naplňován. Aktuální poznatky nebo koncepty, s nimiž odborná správnost prezentovaných informací těsně souvisí, se dostávají do učebnic až s určitým odstupem (Alles et Stevenson, 2003; DeSilva, 2004). Děje se to mimo jiné i proto, že autoři nebo recenzenti učebnic často stojí před obtížným úkolem odhadnout, nakolik jsou některé nové objevy relevantní a zda nebudou v dohledné době opět zrevidovány. Snaha nevybočit z řady a držet se starých osvědčených schémat a informací se jim pak často může zdát nejjistějším řešením (Quessada et al., 2008; Padian, 2013).

Tato studie se zaměřuje na téma vzniku a vývoje člověka, které má značný mezi-předmětový a mezioborový potenciál. Naším hlavním cílem byla analýza aktuálnosti a odborné správnosti prezentovaných údajů o evoluci člověka v aktuálně používaných českých učebnicích dějepisu. Studie dále otevírá diskuzi, jak informace předkládané v jednom předmětu (dějepise) mohou ovlivnit znalosti nebo chápání souvislostí při výuce obdobného tématu v předmětu jiném (přírodopise/biologii).

2 ZAKOTVENÍ TÉMATU V RÁMCOVÝCH VZDĚLÁVACÍCH PROGRAMECH A JEHO VÝUKA NA ZÁKLADNÍCH A STŘEDNÍCH ŠKOLÁCH

Úsvit lidských dějin, zahrnující vznik a vývoj člověka v pravěku, je pevnou součástí Rámcových vzdělávacích programů pro základní vzdělávání (RVP ZV, 2010) i vzdělávání gymnaziální (RVP G, 2007) ve vzdělávacím oboru dějepis (RVP ZV, 2010: s. 59; RVP G, 2007: s. 43) a také přírodopis (RVP ZV, 2010: s. 45), resp. biologie (RVP G, 2007: s. 33). Výuka tohoto tématu v dějepise tradičně předchází výuce tématu v přírodních vědách, a to jak na 2., tak na 3. stupni vzdělávání. V dějepise se s látkou žáci zpravidla setkávají hned v jedné z prvních hodin v šesté třídě (primě) na 2. stupni a v prvním ročníku (kvintě) na 3. stupni v rámci nejstaršího údobí dějin, dějin pravěku, což odráží i zařazení tématu v učebnicových řadách. Na školách, podle

našich zkušeností, zpravidla nedochází k cílenému propojování informací předkládaných učiteli humanitních a přírodovědných oborů, přesto nelze podceňovat skutečnost, že informace a myšlenková schémata, která si o tématu odnáší žáci z učebnic a hodin dějepisu, utváří vědomostní základ, se kterým posléze přicházejí do hodin přírodopisu a biologie, kdy se téma v rámci školní docházky otevírá podruhé.

3 METODIKA VÝZKUMU

Předmětem studie byla kvalitativní obsahová analýza, zaměřená na vědeckou správnost a s ní související aktuálnost informací tématu vznik a vývoj člověka v aktuálně používaných českých učebnicích dějepisu. Analyzovaly jsme celkem 14 učebnic – 8 určených pro výuku na 2. stupni a 6 pro výuku na 3. stupni. 12 ze 14 analyzovaných učebnic obsahovalo doložku MŠMT, která by měla být garancí jejich celkové kvality. Přehled analyzovaných učebnic zachycuje tabulka 1. Pracovaly jsme s nejnovějšími dostupnými vydáními učebnic (revize nebo nové texty vydané od roku 2000 dále), ačkoli v praxi na školách se často využívají i vydání starší. Z tohoto důvodu jsme do souboru zařadily také jednu učebnici z roku 1999 (Michovský, 1999), která je podle našich zjištění některými učiteli také používána.

Tab. 1: Přehled analyzovaných učebnic dějepisu (učebnice jsou seskupeny podle stupně vzdělávání, pro který jsou určeny, v rámci obou skupin jsou seřazeny vzestupně podle roku vydání)

název učebnice	autor	nakladatelství	rok	stupeň	doložka MŠMT
Dějepis I. díl	Michovský	SPL práce/Albra	1999	2.	ano
Dějiny pravěku a starověkého orientu	Augusta, Honzák	SPL práce/Albra	2000	2.	ano
Pravěk a starověk	Augusta, Honzák, Hirschová	SPL práce/Albra	2008	2.	ano
Dějiny pravěku a starověku	Mandelová, Kunstová, Pařízková	Dialog	2009	2.	ano
Dějepis 6 Pravěk a starověk	Koucká	Prodos	2009	2.	ano
Dějepis 6	kol. (kap. Pravěk: Popelka, Kalistová, Soukup)	Fraus	2013	2.	ano
Dějepis, pravěk a starověk	Bednaříková, Kysučan, Fejfušová	Nová škola	2015	2.	ano
Dějepis 6	Válková	SPN	2015	2.	ano
Dějepis pro SOŠ	Čapek, Pátek	Scientia	2001	3.	ano
Dějepis 1 pravěk a starověk	Popelka, Válková	SPN	2008	3.	ne
Dějepis pro SOŠ 1 + 2	Beneš, Nálevka	SPL práce/Albra	2009	3.	ano
Dějepis pro SOŠ	Čornej, Čornejová, Parkan, Kudrys	SPN	2010	3.	ano
Dějiny pravěku a starověku	Souček	SPL práce/Albra	2010	3.	ano
Dějepis na dlani	Kohoutková, Komsová	Rubico	2014	3.	ne

V učebnicích byly sledovány a hodnoceny vytipované klíčové oblasti tématu vznik a vývoj člověka, konkrétně:

1. pojetí evolučního vývoje člověka,
2. druhové spektrum,
3. pojetí našeho druhu ve vztahu ke zbytku živé přírody.

Hledaly jsme odpovědi na následující výzkumné otázky:

Ad 1) Jak autoři učebnic pojmají a prezentují evoluční vývoj člověka?

Sledované kategorie: pojetí a znázornění vývoje člověka (lineární řada vs. fylogenetický strom). Zajímalo nás, zda učebnice prezentují evoluční vývoj člověka jako čistě lineární posloupnost, kdy jeden druh přechází postupně v jiný, nebo reflektují, že některé druhy existovaly v evolučním čase na Zemi vedle sebe a také, že často nelze s našimi dosavadními znalostmi jednoznačně tvrdit, který druh je nebo není přímým předchůdcem druhu jiného. Za zastaralé a chybné pojetí jsme považovaly situaci, kdy autoři učebnice prezentovali, že konkrétní druh přechází postupně v jiný, přičemž geologický záznam naopak ukazuje, že druhy koexistovaly na planetě Zemi nějakou dobu vedle sebe. Za ne zcela přesné pojetí evoluce člověka jsme považovaly situaci, kdy autoři sice z lineárního schématu evoluce člověka vycházeli, ale explicitně nepopisovali přerod jednoho druhu v jiný a v některých případech i reflektovali, že některé druhy homininů existovaly v evolučním čase na Zemi vedle sebe. Sledovaly jsme také, jestli učebnice vývoj člověka prezentují i graficky – časovou osou, souhrnnou tabulkou nebo obrázkovou vývojovou řadou či ho jen popisují a komentují slovně.

Ad 2) Kolik druhů homininů, případně dalších druhů fosilních primátů, jednotlivé učebnice prezentují a o které druhy konkrétně se jedná? Z jaké doby pocházejí nejnovější paleoantropologické nálezy, které učebnice prezentují? Jaké české ekvivalenty latinských názvů učebnice používají? Obsahují charakteristiky druhů faktické chyby, nepřesnosti nebo zastaralé informace?

Sledované kategorie: druhy homininů – jejich počet v jednotlivých učebnicích a druhové spektrum, české ekvivalenty latinských názvů, faktická správnost charakteristik jednotlivých druhů. Zajímalo nás, kolik druhů homininů (tedy všech vymřelých i žijících druhů v linii od posledního společného předka lidí a šimpanzů k modernímu člověku), případně dalších fosilních primátů, jednotlivé učebnice prezentují. Sledovaly jsme i druhové spektrum a dále, které nejnovější objevy druhů pronikly do dějepisných učebnic. Srovnávaly jsme, zda aktuální české učebnice dějepisu používají jednotné české názvosloví druhů a zda obsahují charakteristiky prezentovaných druhů faktické chyby, nepřesnosti nebo zastaralé informace. V analyzovaných textech jsme se zaměřily také na odlišení fakt, která máme skutečně (např. archeologicky) podložena, a představ, která v některých učebnicích jako fakta prezentována jsou, ale jedná se pouze o domněnky a dohady. Informace a závěry prezentované v učebnicích jsme srovnávaly s aktuálními poznatky a stanovisky, akceptovanými v moderní paleoantropologii. Vycházely jsme z nejnovějších českých monografií (Svoboda, 2014; Soukup, 2015) a aktuálních vědeckých článků (viz seznam použité literatury).

Ad 3) Jak chápou učebnice dějepisu druh *Homo sapiens* ve vztahu ke zbytku živé přírody?

Sledované kategorie: pojetí druhu *Homo sapiens*. Zajímalo nás, zda autoři dějepisných učebnic prezentují náš vlastní druh jako nejdokonalejší evoluční stupeň – „korunu stvoření“, jako entitu kvalitativně odlišnou od ostatních živých tvorů (což je přístup charakteristický spíše pro oblast humanitních věd) nebo jako „součást přírody“ (což je typičtější pro oblast přírodních věd).

4 VÝSLEDKY

4.1 POJETÍ VÝVOJE ČLOVĚKA

Většina analyzovaných dějepisných učebnic (přehled viz tab. 2) prezentuje evoluci člověka jako čistě lineární proces, v němž jeden druh lidských předchůdců postupně přechází v jiný. Učebnice pro základní školy podtrhují toto zastaralé lineární schéma

Tab. 2: Pojetí a forma prezentace tématu vývoje člověka v učebnicích dějepisu

Název učebnice nakladatelství, rok, (stupeň)	Pojetí tématu, komentář	Forma prezentace tématu
Dějepis I. díl SPL práce/Albra, 1999, (2.)	zastaralé a chybné, čistě lineární posloupnost druhů	slovní popis časová osa souhrnná tabulka
Dějiny pravěku a starověkého orientu SPL práce/Albra, 2000, (2.)	zastaralé a chybné, čistě lineární posloupnost druhů	slovní popis obr. vývojová řada
Pravěk a starověk SPL práce/Albra, 2008, (2.)	ne zcela přesné, text evokuje lineární pojetí + zmínku o slepé větvi vývoje neandertálciích	slovní popis
Dějiny pravěku a starověku Dialog, 2009, (2.)	ne zcela přesné, osa a vývojová řada evokují lineární pojetí + zmínka, že vývoj byl složitější	slovní popis časová osa obr. vývojová řada
Dějepis 6 Pravěk a starověk Prodos, 2009, (2.)	zastaralé a chybné, čistě lineární posloupnost druhů	slovní popis obr. vývojová řada
Dějepis 6 Fraus, 2013, (2.)	OK, datace druhů na ose na sebe plynule nenavazuje	slovní popis časová osa
Dějepis, pravěk a starověk Nová škola, 2015, (2.)	zastaralé a chybné, čistě lineární posloupnost druhů + zmínka o slepé větvi vývoje neandertálciích	slovní popis časová osa obr. vývojová řada
Dějepis 6 SPN, 2015, (2.)	ne zcela přesné, text evokuje lineární pojetí + zmínku o slepé větvi vývoje neandertálciích	slovní popis
Dějepis pro SOŠ Scientia, 2001, (3.)	zastaralé a chybné, čistě lineární posloupnost druhů	slovní popis
Dějepis 1 pravěk a starověk SPN, 2008, (3.)	zastaralé a chybné, lineární posloupnost druhů + chybný fylogenenetický strom	slovní popis vývojové schéma
Dějepis pro SOŠ 1 + 2 SPL práce/Albra, 2009, (3.)	nelze určit, pouze zmínka o vzniku rodu <i>Homo</i>	slovní popis
Dějepis pro SOŠ SPN, 2010, (3.)	zastaralé a chybné, lineární posloupnost druhů + chybný fylogenenetický strom	slovní popis vývojové schéma
Dějiny pravěku a starověku SPL práce/Albra, 2010, (3.)	zastaralé a chybné, čistě lineární posloupnost druhů + zmínka o australopitécích	slovní popis vývojová řada lebek
Dějepis na dlani Rubico, 2014, (3.)	zastaralé a chybné, čistě lineární posloupnost druhů	slovní popis

často i graficky – časovou osou nebo obrázkovou vývojovou řadou, která zachycuje postupný vývoj znaků (postupné zvětšování mozkovny a bradového výběžku, mizení nadočnicových oblouků, napřimování nahnbené postavy atd.). Pouze jediná z učebnic pro základní školy, titul *Dějepis 6* nakladatelství Fraus (Popelka et al., 2013: s. 16), uvádí u jednotlivých druhů na časové ose dataci, která na sebe plyně nenavazuje, ale překrývá se, a čistě lineární schéma tak nějakým způsobem narušuje. Učebnice *Dějiny pravěku a starověku* nakladatelství Dialog (Mandelová et al., 2009: s. 8) zase připojuje k obrázku časové osy poznámku v závorce, že jsou „uvedeny pouze hlavní druhy, vývoj byl složitější a uvádějí se různá datování“.

Ze středoškolských učebnic pouze titul *Dějiny pravěku a starověku* nakladatelství SPL práce/Albra (Souček, 2010: s. 9) zmiňuje nad rámeček čistě lineárního schématu, že australopitékové a *Homo habilis* žili v Africe po dlouhou dobu společně, nicméně prezentované druhy rodu *Homo* (*H. habilis*, *H. erectus*, *H. sapiens*) již splývají v jednu za sebou jdoucí řadu.

Další dvě středoškolské učebnice – *Dějepis 1 pravěk a starověk* (Popelka & Válková, 2008: s. 13) a *Dějepis pro SOŠ* (Čornej et al., 2010: s. 7), obě vydané SPN, obsahují tentýž obrázek fylogenetického stromu nadčeledi Hominoidea, který zachycuje kromě moderního člověka i další recentní lidoopy a již vymřelé druhy jejich předků a předchůdců. Linie tohoto schématu vedoucí k moderním lidem ovšem „klasické“ lineární schéma „*H. habilis* – *H. erectus* – *H. sapiens*“ opět obsahuje, což podtrhává i doprovodný text učebnice. Zobrazený fylogenetický strom navíc nebere v potaz poznatky moderní genetiky o vzájemné příbuznosti moderních lidoopů – jako nejbližšího recentního příbuzného šimpanze uvádí gorilu, nikoli člověka (srov. Barton et al., 2007: s. 728–730; Storch et al., 2013: s. 434–435; Soukup, 2015: s. 181). *Dějepis pro SOŠ 1 + 2*, nakladatelství SPL práce/Albra (Beneš & Nálevka, 2009: s. 7) zmiňuje pouze vznik rodu *Homo* před 2,5 miliony let a dále informaci nezvádá.

Jako přínos u některých hodnocených dějepisných učebnic zmiňujeme fakt, že pojednávají i o střídání dob ledových a meziledových a s tím souvisejících změnách krajiny, fauny a flóry (Michovský, 1999: s. 12–13; Koucká, 2000: s. 11; Augusta et al., 2008: s. 11; Popelka & Válková, 2008: s. 15; Popelka et al., 2013: s. 20). Tato informace je důležitá pro pochopení jednoho z hlavních hnacích motorů lidského kulturního vývoje, zejména v Evropě a Asii.

4.2 DRUHOVÉ SPEKTRUM

Zaměříme-li se na druhovou skladbu (přehled viz tab. 3), učebnice pro ZŠ zmiňují 3–7 druhů, přičemž některé druhy jsou opravdu jen letmo zmíněny v mapce či schématu a v textu se píše především o člověku zručném (*Homo habilis*), člověku vzpřímeném (*Homo erectus*) a našem vlastním druhu (*Homo sapiens*).

Středoškolské učebnice jsou v počtu druhů mnohem variabilnější: od pouhé zmínky rodu *Homo* a absence jakýchkoli dalších informací o konkrétních druzích v učebnici *Dějepis pro SOŠ 1 + 2* nakladatelství SPL práce/Albra, až po 14 různých druhů, zahrnujících i společné prapředky lidí a moderních lidoopů, zmíněných v titulu *Dějepis pro SOŠ* a také *Dějepis 1 pravěk a starověk*, vydaných SPN.

Nejnovější paleoantropologické nálezy, které se v učebnicích dějepisu objevují, spadají do 60.–70. let 20. století, viz např. zmínka o druhu *Homo rudolfensis* v učebnici *Dějepis 6* nakladatelství Fraus (Popelka et al., 2013: s. 16; srov. Leakey 1973). Novější nálezy, např. rodů *Ardipithecus*, *Sahelanthropus*, *Orrorin* nebo druhů např. *Homo floresiensis*, žádná z analyzovaných dějepisných učebnic neobsahuje.

Tab. 3: Přehled druhů uvedených v učebnicích dějepisu

Název učebnice nakladatelství, rok, (stupeň)	Počet druhů	Výčet druhů
Dějepis I. díl SPL práce/Albra, 1999, (2.)	3	<i>H. habilis</i> , <i>H. erectus</i> , <i>H. sapiens</i> (+ <i>H. sapiens sapiens</i>)
Dějiny pravěku a starověkého orientu SPL práce/Albra, 2000, (2.)	6	<i>H. habilis</i> , <i>H. erectus</i> , <i>H. neanderthalensis</i> , <i>H. sapiens</i> (+ <i>H. sapiens sapiens</i>), <i>Australopithecus</i> , <i>Dryopithecus</i>
Pravěk a starověk SPL práce/Albra, 2008, (2.)	4	<i>H. habilis</i> , <i>H. erectus</i> , <i>H. neanderthalensis</i> , <i>H. sapiens</i> (+ <i>H. sapiens sapiens</i>)
Dějiny pravěku a starověku Dialog, 2009, (2.)	7	<i>H. habilis</i> , <i>H. erectus</i> , <i>H. heidelbergensis</i> , <i>H. steinheimenensis</i> , <i>H. neanderthalensis</i> , <i>H. sapiens</i> (+ <i>H. sapiens sapiens</i>), <i>Australopithecus</i>
Dějepis 6 Pravěk a starověk Prodos, 2009, (2.)	4	<i>H. habilis</i> , <i>H. erectus</i> , <i>H. neanderthalensis</i> , <i>H. sapiens</i> (+ <i>H. sapiens sapiens</i>)
Dějepis 6 Fraus, 2013, (2.)	6	<i>H. habilis</i> , <i>H. rudolfensis</i> , <i>H. ergaster</i> , <i>H. heidelbergensis</i> , <i>H. neanderthalensis</i> , <i>H. sapiens</i>
Dějepis, pravěk a starověk Nová škola, 2015, (2.)	5	<i>H. habilis</i> , <i>H. erectus</i> , <i>H. neanderthalensis</i> , <i>H. sapiens</i> (+ <i>H. sapiens sapiens</i>), <i>Australopithecus</i>
Dějepis 6 SPN, 2015, (2.)	3	<i>H. habilis</i> , <i>H. neanderthalensis</i> , <i>H. sapiens</i>
Dějepis pro SOŠ Scientia, 2001, (3.)	1	<i>H. sapiens</i> (<i>H. sapiens sapiens</i>)
Dějepis 1 pravěk a starověk SPN, 2008, (3.)	14	<i>H. habilis</i> , <i>H. erectus</i> , <i>H. neanderthalensis</i> , <i>H. sapiens</i> (+ <i>H. sapiens sapiens</i>), <i>A. africanus</i> , <i>A. afarensis</i> , <i>A. robustus</i> , <i>A. boisei</i> , <i>A. crassidens</i> , <i>Dryopithecus</i> , <i>Aegyptopithecus</i> , <i>Kenyapithecus</i> , <i>Ramapithecus</i> , <i>Proconsul</i>
Dějepis pro SOŠ 1+2 SPL práce/Albra, 2009, (3.)	0	pouze rod <i>Homo</i>
Dějepis pro SOŠ SPN, 2010, (3.)	14	<i>H. habilis</i> , <i>H. erectus</i> , <i>H. neanderthalensis</i> , <i>H. sapiens</i> (+ <i>H. sapiens sapiens</i>), <i>A. africanus</i> , <i>A. afarensis</i> , <i>A. robustus</i> , <i>A. boisei</i> , <i>A. crassidens</i> , <i>Dryopithecus</i> , <i>Aegyptopithecus</i> , <i>Kenyapithecus</i> , <i>Ramapithecus</i> , <i>Proconsul</i>
Dějiny pravěku a starověku SPL práce/Albra, 2010, (3.)	5	<i>H. habilis</i> , <i>H. erectus</i> , <i>H. neanderthalensis</i> , <i>H. sapiens</i> (+ <i>H. sapiens sapiens</i>), <i>Australopithecus</i>
Dějepis na dlani Rubico, 2014, (3.)	5	<i>H. habilis</i> , <i>H. erectus</i> , <i>H. neanderthalensis</i> , <i>H. steinheimenensis</i> , <i>H. sapiens</i> (+ <i>H. sapiens sapiens</i> a <i>H. sapiens palestinus</i>)

Označování některých druhů, zejména pokud jde o české názvosloví, je v českých učebnicích dějepisu značně nejednotné. *Homo habilis* bývá nejčastěji překládán jako člověk zručný, ale můžeme se setkat i s překladem člověk schopný (Koucká, 2009: s. 11; Mandelová et al., 2009: s. 10) anebo pračlověk (Válková, 2015: s. 22). Termínem pračlověk ovšem označují jiné učebnice dějepisu archaickou formu *Homo sapiens* (Augusta & Honzák, 2000: s. 16; Augusta et al., 2008: s. 12). Náš vlastní druh pojmenovávají učebnice dále jako člověka dnešního typu, člověka našeho typu, člověka rozumného nebo anatomicky moderního člověka.

Velmi rozšířenou nepřesností, která se objevuje ve většině dějepisných učebnic (přehled viz tab. 3), je uvádění „druhu“ *Homo sapiens sapiens* jako dalšího evolučního stupně, který se vyvíjí z druhu *Homo sapiens* před cca 40 000 lety. Lineární schéma *Homo habilis* – *Homo erectus* – *Homo sapiens* – *Homo sapiens sapiens* se objevuje ve 4 ze 6 analyzovaných středoškolských učebnic a v 6 z 8 učebnic pro základní školy.

Neandertálci, pokud je učebnice zmiňují, jsou v souladu s dnešními poznatky prezentováni již většinou jako slepá vývojová větev, jen titul *Dějiny pravěku a starověku* nakladatelství Dialog (Mandelová et al., 2009: s. 11) o nich ještě hovoří jako o předcích a předchůdcích dnešních Evropanů a učebnice *Dějepis 1 Pravěk a starověk* vydaná SPN (Popelka & Válková, 2008: s. 14) o nich píše jako o bezprostředních předchůdcích člověka dnešního typu a variantě současného člověka. Neandertálci (*Homo neanderthalensis*) jsou ve všech 4 středoškolských učebnicích, kde je o nich zmínka, nesprávně označováni za variantu či poddruh *Homo sapiens*. Učebnice pro základní školy jsou na tom o něco lépe – tuto zastaralou informaci uvádí pouze 2 z 6 učebnic, které neandertálce zmiňují (Mandelová et al., 2009: s. 10; Bednaříková et al., 2015: s. 14).

Popisy jednotlivých druhů člověka a jejich životního stylu jsou v učebnicích často velmi schematické, stručné a poplatné lineární časové ose. Nápadné je to zejména u datace, která se v extrémním případě liší od vědeckého úzu z doby vydání učebnice téměř o milion let, viz např. datace druhu *Homo habilis* v titulu *Dějepis I. díl* nakladatelství SPL práce/Albra (Michovský, 1999: s. 12). Problematické datování můžeme nalézt např. i u popisu jeskynních maleb, kde autoři zcela pomíjejí objev a datování jeskyně Chauvet ve Francii (Augusta et al., 2008; Popelka & Válková, 2008; Mandelová et al., 2009; Souček, 2010; Válková, 2015). Problematické je také uvádění datování pravěku ve formě př. n. l., ačkoli v odborné literatuře je běžnější datování před současností (BP – Before Present). Je pochopitelné, že vzhledem k následujícím historickým obdobím volí autoři tuto formu datace, nebylo by však na škodu žáky s běžnějším paleoantropologickým datováním alespoň seznámit.

Někdy v učebnicích najdeme i vyslovené chyby. Můžeme se např. dočíst, že *Homo sapiens* se před 25 000 lety rozšířil do Austrálie (Popelka & Válková, 2008: s. 14; Čornej et al., 2010: s. 7) – to je zhruba polovina běžně uváděné datace (srov. Pertaglia et al., 2010; Svoboda, 2014: s. 346) a dále se chybně uvádí, že lidé se do Austrálie dostali přes pevninské mosty (Michovský, 1999: s. 22; Popelka et Válková, 2008: s. 14; srov. Svoboda, 2014: s. 346). Nepřesnou dataci osídlení Austrálie uvádí i další učebnice, které ji datují ke konci poslední doby ledové (Michovský, 1999: s. 22; Koucká, 2009: s. 15).

Dalšími zavádějícími informacemi jsou tvrzení o místě vzniku našeho druhu. V některých učebnicích dějepisu se lze dočíst, že za místo vzniku *Homo sapiens sapiens* se považuje oblast mezi střední Evropou a jihozápadní Asií (Popelka & Válková, 2008: s. 14) a že člověk dnešního typu se vyvinul ze svých primitivnějších prapředků paralelně v Africe, Asii a Evropě (Michovský, 1999: s. 19; Koucká, 2009:

s. 15; Válková, 2015: s. 22) nebo pouze v Evropě (Mandelová et al., 2009: s. 13) či v oblasti Středozevního moře (Augusta & Honzák, 2000: s. 16). Za oblast vzniku druhu *Homo sapiens* je však v moderní paleoantropologii považována jednoznačně Afrika (např. Svoboda, 2014: s. 342). Tuto informaci ovšem explicitně uvádí pouze 2 ze 14 analyzovaných učebnic (Popelka et al., 2013: s. 16; Bednaříková et al., 2015: s. 15).

Charakteristiky popisovaných druhů také často obsahují informace, které jsou předkládány jako fakta, ačkoli je nelze v paleolitu archeologicky doložit a pouze se domníváme, že tomu tak mohlo být, jako např. uctívání žen jako symbolu plodnosti, uctívání předků a duchů, představy o lidské duši nebo život v rodových tlupách. Na tuto skutečnost by však měli být studenti v textu učebnice upozorněni.

4.3 POJETÍ NAŠEHO DRUHU VE VZTAHU KE ZBYTKU ŽIVÉ PŘÍRODY

Postavení našeho druhu ve vztahu ke zbytku živé přírody zmiňuje explicitně 9 ze 14 analyzovaných učebnic. Pouze 2 učebnice prezentují druh *Homo sapiens* jako jeden z mnoha živočišných druhů. V ZŠ učebnici *Dějepis I. díl*, nakladatelství SPL práce/Albra se píše: „Člověk jako živočich je součástí živé přírody a vyvinul se v ní jako samostatný rod.“ (Michovský, 1999: s. 12). SŠ učebnice *Dějiny pravěku a starověku* nakladatelství SPL práce/Albra (Souček, 2010: s. 9) obsahuje tabulku, která zachycuje člověka jako druh v zoologické klasifikaci.

Ostatní učebnice dějepisu vyčleňují člověka z přírody jako mimořádnou, kvalitativně odlišnou entitu; poukazují přitom především na kulturní a sociální rysy, které nemají často u živočichů relevantní obdobu, cit.: „Vznik člověka je tedy výsledkem kulturního a sociálního vývoje, který spolu s dalšími vlivy vytvořil předpoklady výjimečného postavení člověka v živé přírodě.“ (Čapek & Pátek, 2001: s. 12), dále např.: „Nejen, že své blízké pohřbívají, ale do hrobů jim vkládají i různé užitečné či ozdobné předměty. Můžeme se tedy domnívat, že již měli své představy o posmrtném životě... Snad právě v této chvíli se mění z ‚nejchytřejšího zvířete‘ v člověka.“ (Augusta et al., 2008: s. 12). A dále často chápou člověka jako evoluční „vrchol stvoření“, cit.: „Vznik člověka představuje poslední stupeň ve vývoji živé přírody na naší planetě Zemi.“ (Čapek & Pátek, 2001: s. 11).

5 DISKUZE

Pojetí vývoje člověka je v českých učebnicích dějepisu, zejména středoškolských, většinou dosti stručné a vzhledem k celkovému rozsahu učebnice se tomuto tématu obvykle věnuje malý počet stran; u středoškolských učebnic jsou to v průměru necelé 3 strany, což odpovídá necelému 1,5 % rozsahu učebnice, u učebnic pro základní školy je tématu v průměru věnováno 8 stran, tedy necelých 8 % rozsahu. Jedná se přitom o téma poměrně náročné, především svojí interdisciplinarností, protože spojuje poznatky z biologie a dějepisu, případně i geologie, paleontologie, archeologie, antropologie, zoologie, klimatologie apod. Z tohoto hlediska klade na autory učebnic, učitele a nakonec i žáky zvýšené nároky. Redukce dat, vyplývající z omezeného rozsahu, který tématu věnují autoři učebnic, tak může vést k neúplnému nebo nedostatečnému pochopení obrazu lidského vývoje. Jako velmi problematické vnímáme předkládané pojetí vývoje člověka jako striktně lineární řady s pozvolnou proměnou znaků, které je typické pro většinu dějepisných učebnic. Toto pojetí, které je nejen

zastaralé, ale pro relevantní pochopení evoluce lidského rodu velmi zavádějící (De-Silva, 2004), patrně přetrvává kvůli tradičnímu způsobu výuky dějepisu, který je postaven na lineární posloupnosti událostí. Vykročit z tohoto paradigmatu uvažování může být pro humanitně orientované učitele dějepisu velmi obtížné. Pro adekvátní pochopení lidské evoluce je ale potřeba reflektovat, že z „opice“ se v průběhu věků nestával plynule člověk, ale že evoluční vývoj postupoval mozaikovitě a různé znaky se měnily různou rychlostí. A také že různé druhy homininů žily na planetě Zemi často vedle sebe ve stejném evolučním čase. Umělé lineární evoluční schéma navíc vede autory textů k dalším faktickým chybám, jako je např. zavádějící datace druhů, která se v extrémním případě liší od vědeckého úzu z doby vydání učebnice téměř o milion let (viz Michovský, 1999: s. 12).

Výčet druhů homininů bývá v učebnicích dějepisu omezen jen na některé vybrané druhy. Jsou to nejčastěji druhy rodu *Homo* – *H. habilis*, *H. erectus*, *H. neanderthalensis*, *H. sapiens* (a „druh“ *H. sapiens sapiens*). Ostatní druhy, zejména objevené a popsané v posledních padesáti letech, nejsou zmíněny vůbec nebo jen okrajově, což považujeme vzhledem k situaci na poli paleoantropologie za nedostatečné (viz např. výčet druhů v publikaci Soukup, 2015 nebo Svoboda, 2014). Určitou výjimkou je učebnice *Dějepis 6* nakladatelství Fraus (Popelka et al., 2013), která uvádí trochu jiné spektrum homininů než většina učebnic. Poněkud nezvykle sice působí vypuštění poměrně významného druhu *Homo erectus* a jeho nahrazení archaičtější africkou variantou *Homo ergaster*; zejména v situaci, kdy byla jako ilustrační obrázek připojena olejomalba jávského člověka od Zdeňka Buriana, tj. druh *Homo erectus sensu stricto* (Popelka et al.: s. 19). Kladně hodnotíme, že prezentované druhy netvoří umělou lineární řadu, což je pro celkové pochopení lidské evoluce mnohem důležitější než znalost, resp. zařazení konkrétních druhů.

Většina učebnic stále prezentuje neandertálce jako předky současného člověka a nebo je řadí k *Homo sapiens* jako jeho poddruh. Tento názor však není dnes již všeobecně přijímán (Márquez et al., 2014; Svoboda, 2014: s. 308).

Sjednotit by se v učebnicích mělo také názvosloví. České učebnice používají pro *Homo sapiens* různé termíny jako moderní člověk, člověk rozumný, člověk dnešního typu, člověk současného typu, člověk moderního typu, člověk moudrý apod. Studenty může tato nejednotnost mást. Proto navrhujeme používat pouze termíny *Homo sapiens* nebo (anatomicky) moderní člověk. Ještě větší zmatek vnáší do učebnic termín „pračlověk“, který někteří autoři používají jako synonymum pro nejstarší formy *Homo sapiens*, zatímco jiní jím označují druh *Homo habilis*. Pro jiné druhy rodu *Homo* bychom doporučili držet se latinské terminologie, snad s výjimkou neandertálců, jejichž český název je i v laické společnosti hluboce zakořeněn.

Nedoporučujeme ani používání pojmu archaický *Homo sapiens*, který může být také zavádějící. Jeho nálezy jsou dnes často řazeny k jiným středopaleolitickým druhům, např. k *Homo heidelbergensis*, *Homo antecessor* nebo k neandertálcům (viz např. Vančata, 2005 versus Svoboda, 2014). Používání názvů archaický *H. sapiens* či časný *H. sapiens* již dnes není mezi vědci všeobecně přijímáno a je neopodstatněné i z taxonomického hlediska (Schwartz a Tattersall, 2010; Svoboda, 2014).

Velmi časté je v učebnicích vyčleňování *Homo sapiens sapiens* jako samostatného druhu a datování jeho vzniku na 40 000 let BP (např. Popelka & Válková, 2008). Datum 40 000 let BP je však datem objevení mladého paleolitu v Evropě a s evolucí člověka jako takového již nesouvisí ve smyslu vzniku nového druhu člověka. Uvádění tohoto data vychází především z interpretace archeologických nálezů v Evropě, kde se v té době objevila exploze nových technologií, ozdob a umění (tzv. mladý paleolit). Avšak v Africe, odkud moderní člověk pochází, se stejné technologie a ar-

tefakty objevily již ve středním paleolitu o několik desítek tisíc let dříve (McBrearty & Brooks, 2000). Rozdělování anatomicky moderního člověka na dva „druhy“ *Homo sapiens* a *Homo sapiens sapiens* je proto zcela zbytečné a zavádějící a může vést žáky mj. k domněnce, že druh *Homo sapiens* již vyhynul. Např. Jiří Svoboda ve své knize *Předkové – Evoluce člověka* (Svoboda, 2014) uvádí pouze druh *Homo sapiens* (anatomicky moderní člověk) a jeho vznik datuje na 200 000 let BP. Stejně tak velmi zdařilá populárně-naučná kniha Robertsonové *Evoluce – příběh člověka* (Robertsonová, 2012) uvádí pouze jeden druh *Homo sapiens* a obdobnou dataci jako Svoboda. Proto navrhuje používat pro moderního člověka pouze název *Homo sapiens*, datovat jej na 200 000 let BP a dále jej nečlenit. Jen některé učebnice používají pouze termín *Homo sapiens* bez dalšího dělení na poddruhy (Popelka et al., 2013).

Uvádění chyb v učebnicích považujeme za nejzávažnější nedostatek, protože žáci si je snadno zafixují do paměti pro celý další život, případně jim budou kolidovat s pozdější výukou přírodopisu a biologie. Jako příklady můžeme uvést vznik *Homo sapiens sapiens* před 40 000 lety v různých oblastech mimo Afriku, přímo na sebe navazující dataci druhů člověka vyvolávající dojem přímé vývojové řady, chybnou dataci osídlení Austrálie nebo tvrzení o přechodu člověka do Austrálie po pevninském mostě (např. Popelka & Válková, 2008). Učebnice také často uvádějí fakta, která nelze v paleolitu archeologicky doložit, a o nichž se pouze domníváme, že tomu tak mohlo být, aniž by na to autoři studenty upozornili (život lidí v rodech, uctívání žen jako symbolu plodnosti, uctívání předků a duchů apod.). Závažná je také absence nových nálezů na poli paleoantropologie a s nimi spojených nových poznatků o životě pravěkého člověka (např. objev otisků textilu na tábořištích mladopaleolitických lovců v Dolních Věstonicích a Pavlově, blíže viz Svoboda, 1999).

Učebnice dějepisu by také neměly zapomínat na propojení kulturního vývoje člověka s vývojem biologickým, neboť oba jsou neodmyslitelně spjaté. Nelze totiž oddělovat biologickou a kulturní stránku vývoje člověka bez ochuzení skutečnosti a ztráty informací. Jak píše náš přední primatolog a antropolog Václav Vančata (2005: s. 65): „Člověk je druhem primátů s některými zcela unikátními vlastnostmi a musí být chápán přísně jako tvor biosociální, u něhož měla například kultura, ať už materiální nebo sociální, vždy velký adaptivní význam.“ Vyzdvihovat význačné postavení člověka v rámci živé přírody může být, zejména v kulturním kontextu, do jisté míry pochopitelné. Pokud se ale příliš upneme k představě, že člověk je evoluční „vrchol stvoření“, jak to některé učebnice dějepisu prezentují, může to vést k mylnému dojmu, že evoluce člověka či živočichů obecně již skončila a také, že objevení se *H. sapiens* je vlastně plánovanou a pomyslnou metou evolučního procesu, což není pravda (Quessada et al., 2008). Česká republika se sice nemusí dlouhodobě potýkat se snahami vyřadit téma evoluce ze školních osnov, jako je tomu v některých jiných státech (Skoog, 2005; Plutzer & Berkman, 2008; Graf, 2011), přesto je adekvátní výuka tohoto tématu v českých školách velmi důležitá a žádoucí. Jedná o téma, které nám napomáhá pochopit sebe sama a kriticky uvažovat o naší existenci na Zemi (Quessada et al., 2008). Dynamický výzkum na poli paleoantropologie navíc poskytuje velmi podnětné zázemí pro pochopení vědeckého způsobu práce, založeného na tvorbě hypotéz a jejich falzifikaci (DeSilva, 2004; Pobiner, 2016).

6 ZÁVĚR

Obsahová analýza tématu vzniku a vývoje člověka ve 14 českých učebnicích dějepisu odhaluje množství nepřesností, zastaralých informací i faktických chyb, které

učební texty obsahují. Pokud bychom měly shrnout, jaké hlavní nedostatky jsme objevily v českých učebnicích dějepisu, můžeme uvést následující: Vývoj člověka je obvykle podáván jako lineární řada jednoho druhu přecházejícího v jiný, což již neodpovídá dnešnímu stavu poznání. V kombinaci s tvrzením, že člověk je „evoluční vrchol stvoření“ může vést tato představa k mylným závěrům, že evoluce člověka či živočichů obecně již skončila, a že objevení se druhu *H. sapiens* bylo plánovaným cílem evolučního procesu, což může komplikovat relevantní pochopení evoluce jako takové v pozdější výuce přírodopisu a biologie. Často se setkáváme s tím, že učebnice neobsahují aktuální data, a dokonce zde nacházíme i zjevné chyby. Výčet druhů člověka bývá omezen jen na několik málo druhů a chybí zde nové objevy a teorie z posledních zhruba 50 let. Neandertálci jsou často z popisu vynecháváni nebo jsou popisováni jako poddruh *Homo sapiens*, což odporuje současnému stavu vědy. Učebnice často vyčleňují samostatný druh *Homo sapiens sapiens*, jehož vznik datují na 40 000 let BP. Tím mohou žáci nabýt mylného dojmu, že jeho předchůdce *Homo sapiens* již vyhynul. Problémem je také používání nejednotného názvosloví, zejména v českých ekvivalentech latinských názvů. Za jedno z nejzdařilejších zpracování tématu evoluce člověka v dějepisných učebnicích považujeme text v učebnici *Dějepis 6* nakladatelství Fraus, autorské trojice Popelka, Kalistová, Soukup. I zde jsme ale narazily na drobné nedostatky a pro další vydání bychom doporučily mj. zařazení názorného náčrtku aktuálního fylogenetického stromu homininů nebo drobnou revizi prezentovaného spektra druhů. Učebnice jinak neobsahuje žádnou závažnější hrubou chybu.

Téma evoluce člověka je oblastí, která nám napomáhá pochopit sebe sama a kriticky přemýšlet o místě člověka zde na Zemi. Není proto zanedbatelné, prostřednictvím jakých fakt, obrazů nebo metafor s ním budou žáci seznamováni.

PODĚKOVÁNÍ

Výzkum byl podpořen Grantovou agenturou Univerzity Karlovy v Praze (projekt č. 279515).

LITERATURA

Alles, D. L., Stevenson, J. C. (2003). Teaching human evolution. *Human evolution*, 65(5), 333–339.

Altmann, A. (1975). *Metody a zásady ve výuce biologií*. Praha: SPN.

Barton, N. H., Briggs, D. E. G., Eisen, J. A., Goldstein, D. B. & Patel, N. H. (2007). *Evolution*. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press.

DeSilva, J. (2004). Interpreting evidence: an approach to teaching human evolution in the classroom. *The American Biology Teacher*, 66(4), 257–267.

Driscoll, M. P., Moallem, M. & Dick, W. (1994). How does the textbook contribute to learning in a middle school science class? *Contemporary Educational Psychology*, 19(1), 79–100.

Graf, D. (Ed.). (2011). *Evolutionstheorie – Akzeptanz und Vermittlung im europäischen Vergleich*. Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.

- Leakey, R. E. F. (1973). Evidence for an Advanced Plio-Pleistocene Hominid from East Rudolf, Kenya. *Nature*, 242, 447–450.
- Márquez, S., Pagano, A. S., Delson, E., Lawson, W. & Laitman, J. T. (2014). The Nasal Complex of Neanderthals: An Entry Portal to their Place in Human Ancestry. *The Anatomical Record, Special Issue The Vertebrate Nose: Evolution, Structure, and Function*, 297(11), 2121–2137.
- McBrearty, S. & Brooks, A. S. (2000). The revolution that wasn't: a new interpretation of the origin of modern human behavior. *Journal of Human Evolution*, 39(5), 453–563.
- Mikk, J. (2007). Učebnice: budoucnost národa. In J. Maňák & P. Knecht (Eds.), *Hodnocení učebnic* (11–23). Brno: Paido.
- Padian, K. (2013). Correcting some common misrepresentations of evolution in textbooks and the media. *Evolution: Education and Outreach*, 6(11).
- Pertaglia, M. D., Haslam, M., Fuller, D. Q., Boivin, N. & Clarkson, C. (2010). Out of Africa: new hypotheses and evidence for the dispersal of *Homo sapiens* along the Indian Ocean rim. *Annals of Human Biology*, 37(3), 288–311.
- Plutzer, E. & Berkman, M. (2008). Evolution, creationism and the teaching of human origin in schools. *Public Opinion Quarterly*, 72(3), 540–553.
- Pobiner, B. (2016). Accepting, understanding, teaching, and learning (human) evolution: obstacles and opportunities. *Yearbook of physical anthropology*, 159, S232–S274.
- Průcha, J. (1998). *Učebnice: Teorie a analýza edukačního média. Příručka pro studenty, učitele, autory učebnic a výzkumné pracovníky*. Brno: Paido.
- Quessada, M., Clément, P., Oerke, B. & Valente, A. (2008). Human evolution in science textbooks from twelve different countries. *Science Education International*, 19(2), 147–162.
- Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. (2010). Česká republika. Dostupné z <http://www.nuv.cz/file/133>
- Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. (2007). Česká republika. Dostupné z <http://www.nuv.cz/file/159>
- Robertsonová, A. (2012). *Evoluce – Příběh člověka*. Praha: Euromedia Group, k. s. – Knižní klub v edici Universum.
- Schwartz, J. H., Tattersall, I. (2010). Fossil evidence for the origin of *Homo sapiens*. *American Journal of Physical Anthropology*, 143(51), 94–121.
- Sikorová, Z. (2007). Návrh seznamu hodnotících kritérií pro učebnice základních a středních škol. In J. Maňák & P. Knecht (Eds.), *Hodnocení učebnic* (31–39). Brno: Paido.
- Skoog, G. (2005). The coverages of human evolution in high school biology textbooks in the 20th century and in the state science standards. *Science & Education*, 14, 395–422.
- Soukup, V. (2015). *Prehistorie rodu Homo*. Praha: Karolinum.
- Storch, V., Welsch, U. & Wink, M. (2013). *Evolutionsbiologie*. Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.
- Svoboda, J. (1999). *Čas lovců. Dějiny paleolitu, zvláště na Moravě*. Brno: Akademie věd České republiky – Archeologický ústav Brno.
- Svoboda, J. A. (2014). *Předkové evoluce člověka*. Praha: Academia.

Vančata, V. (2005). *Paleoantropologie a evoluční antropologie. Učební text pro studenty antropologických oborů University Karlovy*. Praha: Universita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, katedra biologie a ekologické výchovy.

Woodward, A. (1986). Beyond Textbooks in Elementary Social Studies. *Social Education*, 50(1), 50–53.

RADKA MARTA DVOŘÁKOVÁ, radka.marta@natur.cuni.cz
Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta
Katedra biologie a environmentálních studií
M. D. Rettigové 4, 116 39 Praha 1, Česká republika
Přírodovědecká fakulta
Katedra učitelství a didaktiky biologie
Viničná 7, 128 44 Praha 2, Česká republika

KAROLÍNA ABSOLONOVÁ, karolina.absolonova@seznam.cz
Endokrinologický ústav
Národní 8, 116 94 Praha 1, Česká republika

Hodnotenie bádateľských zručností žiakov gymnázia

*Zuzana Ješková, Stanislav Lukáč, Ľubomír Šnajder, Ján Guniš,
Brigita Balogová, Marián Kireš*

Abstrakt

Bádateľsky orientované vzdelávanie (BOV) patrí v poslednom období k najčastejšie **skloňovaným pojmom v súvislosti s inováciou prírodovedného vzdelávania**. Cieľom BOV je okrem konceptuálneho porozumenia aj rozvoj žiackych zručností realizovať bádanie a vyhodnocovať jeho výsledky. Prezentovaný výskum je zameraný na diagnostikovanie aktuálnej úrovne rozvoja vybraných bádateľských zručností žiakov gymnázia. Vychádzajúc z dostupných testov bol na základe klasifikácie bádateľských zručností vytvorený test bádateľských zručností. Testové úlohy určené na posúdenie úrovne zručnosti plánovať postup experimentu (identifikovať premenné a ich vzťah), transformovať výsledky do grafu, určovať vzťahy medzi premennými, identifikovať možné zdroje chýb a obhajovať výsledky a argumentovať, sú vsadené do matematického, fyzikálneho alebo informatického kontextu. Test bol zodpovedaný vzorkou 751 žiakov 1. a 2. ročníka niekoľkých gymnázií na Slovensku. Kvantitatívna analýza výsledkov testovania ukázala nízku priemernú úspešnosť žiakov v celom teste (32,5 %) ako aj v jednotlivých testových úlohách pohybujúcu sa približne v rozmedzí 8–50 %. Zo štatistického testovania vyplynulo, že medzi výsledkami žiakov 1. a 2. ročníka nebol významný rozdiel, zatiaľ čo výsledky chlapcov boli lepšie ako výsledky dievčat. Podrobná kvalitatívna analýza odhalila mnohé nedostatky, ktoré sa najvýraznejšie prejavili v oblasti analýzy a interpretácie výsledkov a žiackych argumentačných zručností.

Kľúčová slova: bádanie, bádateľsky orientované prírodovedné vzdelávanie, bádateľské zručnosti, test bádateľských zručností, hodnotenie.

Assessing Inquiry Skills of High School Students

Abstract

Inquiry-based science education (IBSE) has become recently one of the most used terms with regard to innovation of science education. The main goal of IBSE is not only conceptual understanding but also development of students' skills to conduct inquiry and evaluate gained results. The presented research is aimed at diagnosing the current status of selected inquiry skills' development of high school students. Based on the existing tests and the inventory of inquiry skills a test of inquiry skills was developed. The test items that intend to assess the level of the skills to design experiment (identify variables and

their relationship), transform results into graph, determine relationships, identify possible sources of errors and defend results and form arguments, are situated in the context of mathematics, physics or informatics. The test was taken by 751 students from 1st or 2nd grade classes of several Slovak high schools. The quantitative analysis of test results showed low level of gained score in the whole test (average value of 32.5 %) as well as in particular test items (in the range of 8–50 %, approx.). Detailed qualitative analysis revealed many student difficulties that were most significant in the field of analysis and interpretation skills and skills to defend results and form arguments.

Key words: inquiry, inquiry-based science education, inquiry skills, test of inquiry skills, assessment.

ÚVOD

Vyučovanie prírodných vied, matematiky a informatiky prešlo na Slovensku v posledných rokoch výraznými zmenami, ktoré sa týkajú rozsahu ale aj obsahu vzdelávania. Prírodovedné vzdelávanie v minulosti podporované veľkým rozsahom povinnej výučby pre každého žiaka s cieľom osvojenia si poznatkov z mnohých tém sa po reforme vzdelávania spustenej v roku 2008 dramaticky zmenilo. Týždenný rozsah povinnej výučby matematiky a prírodných vied na gymnáziách počas celého štúdia výrazne poklesol (v matematike klesol na povinných 11 hodín, vo fyzike, chémii a biológii na 5, 5 a 6 hodín) a narástol v informatike (na 3 hodiny). Popri kurikulárnej transformácii vystúpili do popredia aj ciele zamerané nielen na osvojenie si poznatkov, ale aj cestu, ako sa žiaci k poznatku dopracujú. Tento prístup k vzdelávaniu vychádza z konštruktivistických princípov a je založený na tom, že žiaci prostredníctvom bádateľských aktivít pozorujú, experimentujú, objavujú, skúmajú svet okolo nás. Tým si budujú nielen svoj vnútorný systém poznatkov a ich porozumenie, ale zároveň získavajú predstavu o tom, ako vedci svet okolo nás skúmajú a poznávajú. Cieľom bádateľsky orientovaného vzdelávania (BOV) je preto okrem konceptuálneho porozumenia aj rozvoj žiackych zručností bádanie realizovať a vyhodnocovať jeho výsledky. Keďže princípy BOV sú súčasťou vzdelávacích programov už niekoľko rokov, v tomto výskume sme sa zamerali práve na problematiku bádateľských zručností žiakov gymnázií a zhodnotenie aktuálnej úrovne vybraných bádateľských zručností žiakov.

1 BĀDANIE A BĀDATEĽSKÉ ZRUČNOSTI

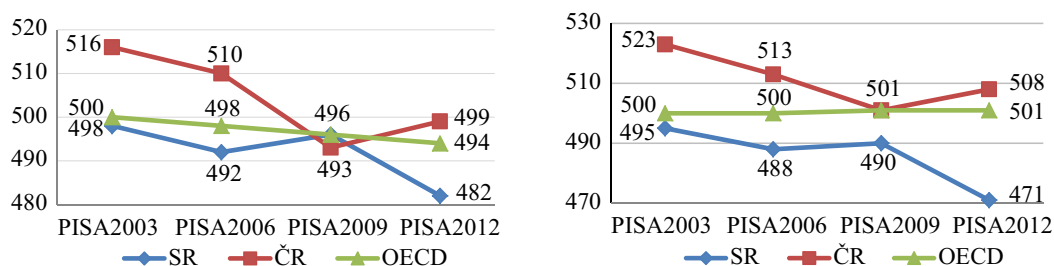
Bádateľsky orientované vzdelávanie je založené na tom, že učiteľ žiakovi neodovzdáva poznatky v hotovej ucelenej podobe, ale nastolením problémových situácií a vhodne stanovených výskumných otázok učiteľ podnecuje aktivitu a organizuje učebné činnosti žiakov, čím vytvára podmienky pre aktívne žiacke skúmanie a získavanie poznatkov (Kireš et al., 2016; Papáček, 2010; Samková et al., 2015). Pre žiaka to zahŕňa ako získavanie bádateľských zručností tak aj porozumenie procesu bádania (Nezvalová, 2010: s. 56). Ak sa pozrieme podrobnejšie na to, aké zručnosti sú v pozornosti BOV, nájdeme mnoho rozličných klasifikácií. Za typicky bádateľské zručnosti môžeme považovať tie zručnosti, ktoré bezprostredne vyžaduje realizácia

Tab. 1: Bádateľské zručnosti podľa (Fradd et al., 2001)

Formulovať otázku/ problém	Plánovať	Implementovať	Vyvodzovať závery		Zdieľať výsledky	Aplikovať
		Realizovať plán/ Zbierať dáta	Analyzovať dáta	Interpretovať dáta		

jednotlivých fáz bádania. Takýto zoznam uvádza napr. Fradd et al. (2001) (tab. 1). Z jednotlivých etáp bádania vychádzajú aj ďalší autori, napr. Wenning (2007), ktorý uvádza oveľa podrobnejší zoznam bádateľských zručností. Iní autori klasifikujú bádateľské zručnosti, nazývané tiež spôsobilosti vedeckej práce (Held, 2011) podľa veku a intelektuálneho rozvoja žiakov (Wenning, 2010; NRC, 2000; Held, 2011). Na základe klasifikácií rozličných autorov (Fuhrman, 1978; Tamir & Lunetta, 1981; Fradd et al., 2001; Van den Berg, 2013) bola pre potreby výskumu prevzatá klasifikácia bádateľských zručností pre experimentálne aktivity uvádzaná Van den Bergom (2013), ktorá obsahuje 4 fázy bádania: Formulácia problému a plánovanie, Realizácia/Implementácia, Analýza/Interpretácia, Aplikácia a ďalšie využitie. Táto klasifikácia je pomerne jednoduchá a po doplnení fázy 4 – Zdieľanie a prezentácia uvádzanej napr. Fraddom (2001) a ďalších drobných úpravách vznikla klasifikácia (Balogová & Ješková, 2016, tab. 2), ktorá sa stala východiskom pre výskum a vytvorenie testu bádateľských zručností. V tabuľke 2 je bádanie rozdelené do piatich fáz, v rámci ktorých sú zručnosti uvedené v tabuľke dominantne rozvíjané. Žiacke skúmanie je najčastejšie realizované prostredníctvom experimentu ale aj modelovaním správanie sa objektu. Podobná schéma korešpondujúca s jednotlivými fázami bádania je rozpracovaná aj pre bádanie prostredníctvom modelovania (Kireš et al., 2016: s. 36).

Existujú viaceré zahraničné štúdie zamerané na hodnotenie úrovne rozvoja bádateľských zručností (Wenning, 2007; Gormally, 2009; Čtrnáctová et al., 2013; Řezníčková et al., 2013), avšak lokálne štúdie zamerané na BOV na Slovensku chýbajú. Čiastkové informácie pre Slovensko je možné nájsť vo výsledkoch medzinárodnej štúdie OECD PISA, ktorá je zameraná aj na hodnotenie matematickej a prírodovednej gramotnosti 15ročných žiakov. Výsledky štúdie ukazujú, že kým krajiny východnej Európy vrátane Slovenska patria v oblasti porozumenia matematických pojmov a faktov, resp. prírodovedných poznatkov k najlepším OECD krajinám, v oblasti interpretácie, aplikovania a vyhodnotenia matematických výsledkov (OECD, 2014), ako aj interpretácie dát v prírodných vedách vyjadrených prostredníctvom tabuliek, grafov alebo diagramov dosahujú slovenskí žiaci nízku úroveň (Bybee & McCrae, 2009). Obrázok 1 prezentuje priemerné skóre v SR v porovnaní s ČR a krajinami OECD vo všetkých hodnotených oblastiach, z ktorej vidieť výrazne klesajúcu tendenciu na Slovensku za posledné obdobie (PISA SK, 2003, PISA 2012, obr. 1).



Obr. 1: Priemerné dosiahnuté skóre žiakov v SR, ČR a krajinách OECD v matematike (vľavo) a prírodných vedách (vpravo) v jednotlivých cykloch štúdie PISA 2003 až 2012

Tab. 2: Klasifikácia bádateľských zručností pre experimentálne aktivity

1. Formulácia problému a plánovanie	1.1 Formulovať otázku/problém. 1.2 Formulovať hypotézu, ktorá sa bude testovať. 1.3 Napláňovať postup (identifikovať a definovať nezávislé a závislé premenné veličiny, vzájomný vzťah). 1.4 Navrhnuť pozorovanie/postup merania (aké pomôcky, aká zostava experimentu) pre každú premennú veličinu. 1.5 Predpovedať výsledok experimentu.
2. Realizácia/ implementácia	2.1 Manipulovať s pomôckami/softvérom. 2.2 Pozorovať/merať. 2.3 Zaznamenávať výsledky pozorovania a merania. 2.4 Realizovať výpočty počas merania. 2.5 Vysvetľovať alebo upravovať postupy.
3. Analýza a interpretácia	3.1 Transformovať výsledky do štandardných foriem (napr. tabuľky, grafy). 3.2 Určovať vzťahy medzi premennými veličinami, napr. na základe grafov, tabuliek, dát v texte, funkčného predpisu. 3.3 Určovať presnosť experimentálnych dát (identifikovať možné zdroje chýb). 3.4 Porovnať dáta s hypotézou/predpoveďami. 3.5 Diskutovať o obmedzeniach/predpokladoch realizovaného experimentálneho postupu. 3.6 Zovšeobecniť výsledky. 3.7 Formulovať nové otázky/problémy. 3.8 Formulovať závery.
4. Zdieľanie a prezentácia	4.1 Zdieľať a prezentovať výsledky pred spolužiakmi. 4.2 Diskutovať/obhajovať výsledky/argumentovať. 4.3 Vypracovať formálnu správu/protokol o výsledkoch.
5. Aplikácia a ďalšie využitie	5.1 Predpovedať na základe výsledkov skúmania. 5.2 Formulovať hypotézy na ďalšie skúmanie. 5.3 Aplikovať experimentálne postupy na nové problémy.

2 VÝSKUMNÝ PROBLÉM

Keďže aktuálne ciele vzdelávania prírodných vied, matematiky a informatiky zdôrazňujú uplatňovanie bádateľských prístupov ale zároveň na Slovensku neexistujú štúdie zamerané na zhodnotenie reálneho uplatňovania princípov BOV v praxi, hlavným výskumným problémom je zhodnotenie, do akej miery ovplyvňuje súčasný stav implementácie bádateľských prístupov do vyučovania matematiky a prírodovedných predmetov úroveň rozvoja bádateľských zručností žiakov. Z hlavného výskumného problému boli sformulované nasledujúce výskumné otázky:

1. Aká je aktuálna úroveň rozvoja vybraných bádateľských zručností žiakov gymnázia?
2. Aké sú nedostatky a miskoncepce v bádateľských zručnostiach žiakov gymnázií?

3 METODOLÓGIA VÝSKUMU

3.1 PLÁN VÝSKUMU

Na základe stanovených výskumných otázok bol navrhnutý rámcový výskumný plán. Prvá etapa výskumu bola zameraná na zostavenie testu bádateľských zručností na zhodnotenie aktuálnej úrovne rozvoja vybraných bádateľských zručností žiakov, ktoré prebiehalo v niekoľkých krokoch. V ďalšej etape bola finálna verzia testu zadaná vybranej vzorke žiakov gymnázií. Kritériom pri výbere gymnázií bola spolupráca s učiteľmi matematiky, fyziky a informatiky v rámci rozličných vzdelávacích programov a projektov. Po vypracovaní testu boli výsledky podrobené kvantitatívnej a kvalitatívnej analýze (obr. 2).



Obr. 2: Schéma výskumného plánu

3.2 TEST BÁDATEĽSKÝCH ZRUČNOSTÍ

K zodpovedaniu výskumných otázok bol zostavený test na hodnotenie bádateľských zručností žiakov. Pri tvorbe testu sme vychádzali z niekoľkých dostupných testov, napr. Scientific Inquiry Literacy Test (ScInqLiT, Wenning, 2007), Test of Integrated Process Skills (TISP, Burns et al., 1985) a Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS, Gormally et al., 2012) a z klasifikácie bádateľských zručností (tab. 2). Vzhľadom na formu testovania vyžadujúcu len papier a pero boli z testovania vylúčené bádateľské zručnosti zaradené v tabuľke 2 do skupiny 2. Z podobných dôvodov boli z testovania vylúčené aj niektoré zručnosti zo skupiny 4. Pre dodržanie časového obmedzenia na vypracovanie testu určeného jednou vyučovacou hodinou neboli do testovania zaradené ani zručnosti zo skupiny 5 a niektoré zručnosti zo skupiny 3. Na základe týchto kritérií boli nakoniec zo skupín 1, 3, 4 vybrané len tučne označené bádateľské zručnosti, ktorých úroveň rozvoja vytvorený test diagnostikoval. Vychádzajúc z dostupných štandardizovaných testov (ScInqLiT, TISP, TOSLS) boli v prvej etape tvorby testu vytvorené tri banky testových úloh, pričom každá obsahovala 12–16 úloh vsadených do matematického, fyzikálneho a informatického kontextu. Cieľom išlo o také úlohy, na riešenie ktorých žiaci nemajú ľahko dostupné postupy alebo algoritmy z riešenia typových úloh, ale ich riešenie vyžaduje od žiaka ovládať práve špecifické zručnosti korešpondujúce s konkrétnymi fázami bádania (tab. 2). Tieto úlohy boli v júli 2015 zadané na posúdenie 30 skúseným učiteľom matematiky, fyziky a informatiky gymnázií, s ktorými dlhodobo spolupracujeme. Učitelia posudzovali obsah a formuláciu úloh a vyjadrili svoj názor na náročnosť úloh a vhodnosť úloh na testovanie konkrétnych bádateľských zručností. Na posudzovanie bola využitá päťstupňová škála v rozsahu od -2 po 2 . Testové úlohy boli pilotne overované v štyroch triedach vybraných gymnázií. Na základe výsledkov pilotného overovania boli podozrivé úlohy analyzované a formulácia niektorých úloh bola upravená. Hodnotenie učiteľov a výsledky pilotného testovania boli zohľadnené pri zostavovaní spoločného testu pozostávajúceho z vybraných úloh z matematiky, fyziky a informatiky. Zostavený test bol opäť overený na vybranej vzorke žiakov gymnázií. Po ďalších menších korekciách bola vytvorená konečná verzia testu, ktorá obsahuje 12 úloh (4 úlohy zo skupiny 1, 6 úloh zo skupiny 3, 2 úlohy zo skupiny 4,

Tab. 3: Rozdelenie úloh na základe testovaných bádateľských zručností, predmetov a formy úloh

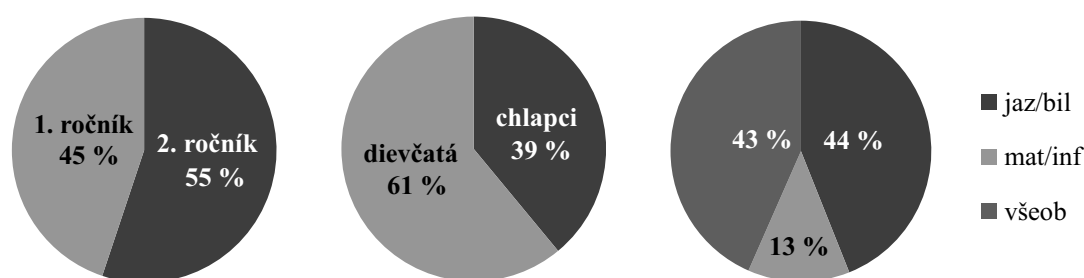
Úloha	Bádateľská zručnosť	Predmet	Forma úloh
1.1	Formulovať hypotézu, ktorá sa bude testovať.	F	uzavretá 2 správne
1.2	Naplánovať postup (identifikovať a definovať nezávislé a závislé premenné veličiny, vzájomný vzťah).	F	otvorená
2	Naplánovať postup (identifikovať a definovať nezávislé a závislé premenné veličiny, vzájomný vzťah).	I	uzavretá 1 správna
3	Diskutovať/obhajovať výsledky/argumentovať.	M	polouzavretá
4	Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát v texte.	M	uzavretá 2 správne
5	Naplánovať postup (identifikovať a definovať nezávislé a závislé premenné veličiny, vzájomný vzťah).	F	uzavretá 2 správne
6	Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe grafov.	M/F	uzavretá 1 správna
7.1	Transformovať výsledky do štandardných foriem (napr. tabuľky, grafy).	I	otvorená
7.2	Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát z tabuliek.	I	uzavretá 1 správna
8	Určovať presnosť experimentálnych dát (identifikovať možné zdroje chýb).	F	uzavretá 1 správna
9	Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát z tabuliek.	I	uzavretá 1 správna
10	Diskutovať/obhajovať výsledky/argumentovať.	M	polouzavretá

tab. 2, 3). Test je určený na jednu vyučovaciu hodinu. Väčšina úloh v teste má formu uzavretých položiek, v ktorých je žiakovi ponúkaných päť možností odpovede. V troch úlohách sú uvedené dve správne možnosti odpovede. Žiak je o tejto skutočnosti informovaný v úvodnej časti testu. Na testovanie zručnosti diskutovať a argumentovať sú v teste využité dve polouzavreté úlohy, v ktorých má žiak svoju odpoveď aj zdôvodniť. Dve otvorené úlohy v teste vyžadujú od žiaka identifikáciu premenných, vytvorenie tabuľky a grafov vyjadrujúcich vzťahy medzi premennými. V tabuľke 2 sú uvedené bádateľské zručnosti, na testovanie ktorých boli prioritne zamerané jednotlivé testové úlohy. Podľa svojho obsahu a testovaných zručností sú úlohy priradené k jednotlivým vyučovacím predmetom.

Testové úlohy boli hodnotené na základe stanoveného skórovacieho kľúča, ktorý priradil žiakovej odpovedi hodnotu v škále 0-1 bod, čo znamená, že žiak mohol v teste dosiahnuť skóre od 0 do 12 bodov. Pri úlohách s dvomi správnymi odpoveďami získal žiak 1 bod len v prípade, ak zvolil dve odpovede, z ktorých boli obidve správne. Ak žiak vybral len jednu správnu odpoveď, tak získal 0,5 bodu. Pri skombinovaní správnej odpovede s akoukoľvek nesprávnou odpoveďou bolo žiakovi pridelené skóre 0 bodov. Pri otvorenej úlohe bolo odpovedajúce skóre určené na základe správnosti a úplnosti odpovede. Pri polouzavretých úlohách bolo pridelené 0,5 bodu za správny výber z ponúkaných možností odpovede a zvyšných 0,5 bodu mohlo byť pridelených na základe úplnosti a korektnosti zdôvodnenia správnej odpovede. Neriešeným úlohám bolo pridelené skóre 0 bodov.

3.3 VÝSKUMNÁ VZORKA

Test bádateľských zručností sme v školskom roku 2015/2016 zadali žiakom 11 gymnázií východného Slovenska, s ktorými pravidelne spolupracujeme. Výskumnú vzorku tvorili žiaci 32 tried 1. a 2. ročníka štvorročných gymnázií, resp. kvinty a sexty osemročných gymnázií, pričom výučba v týchto triedach prebiehala bez akéhokoľvek vonkajšieho zásahu štandardným spôsobom nezávisle od cieľov výskumu, čo však nevyklučuje, že v týchto triedach neboli do určitej miery implementované bádateľské prístupy k vyučovaniu. Z vyplnených testov sme nakoniec získali 751 platných odpovedí, keďže sme z celkového hodnotenia vylúčili žiakov, ktorí neriešili 6 a viac úloh. Výskumná vzorka tak zahŕňala 457 dievčat a 294 chlapcov, pričom 337 žiakov bolo z prvého ročníka a 414 žiakov bolo z druhého ročníka. Testovaní žiaci boli z tried s jazykovým, matematickým, infromatickým a všeobecným zameraním (obr. 3).



Obr. 3: Rozdelenie žiakov podľa ročníka, pohlavia a zamerania tried

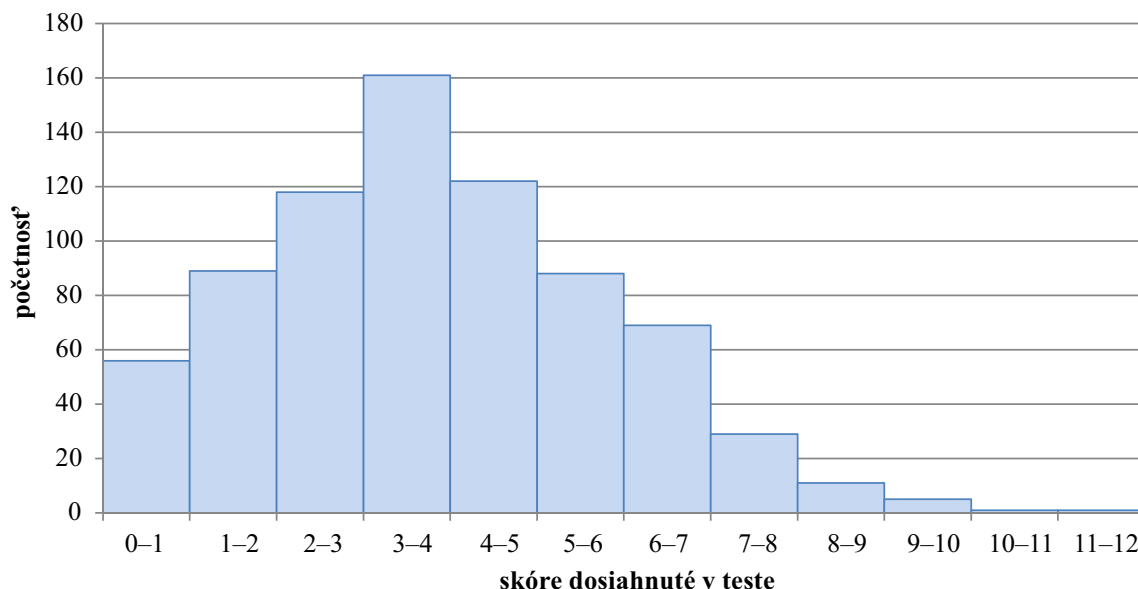
3.4 ANALÝZA DÁT

Hodnotenie testu bolo realizované na základe viacerých kritérií. Vyhodnocovali sme celkovú percentuálnu úspešnosť výskumnej vzorky, zvlášť vzorky chlapcov a dievčat, tried 1. a 2. ročníka, tried s vybraným zameraním, celkovú percentuálnu úspešnosť žiakov a ich úspešnosť v jednotlivých úlohách a v skupinách úloh testujúcich jednotlivé zručnosti. V ďalšom sme porovnávali výsledky žiakov patriacich do jednotlivých skupín rozlíšených podľa ročníka, pohlavia a zamerania. Základná popisná štatistika popisuje základné vlastnosti štatistického súboru. Na posúdenie normality celej vzorky, resp. jednotlivých popisovaných skupín bol použitý Shapiro-Wilkov test normality. Na porovnanie výkonov jednotlivých skupín žiakov boli použité porovnávacie štatistiky (Mann-Whitneyho test zhody úrovně) (Wimmer, 1993). Pri analýze dát bol využitý balík R-Commander, ktorý je súčasťou voľne dostupného štatistického softvéru R (R Development Core Team, 2016).

4 VÝSLEDKY

4.1 KVANTITATÍVNA ANALÝZA

Priemerná percentuálna úspešnosť žiakov je 32,5 %, čo predstavuje priemerné dosiahnuté skóre 3,9 bodu z maximálneho počtu 12 bodov (tab. 4). Rozdelenie žiakov na základe početností dosiahnutého skóre je na obr. 4. Na základe Shapiro-Wilkovho testu sa hypotéza o normalite rozdelenia nepotvrdila, čomu napovedá aj priebeh histogramu početností, ktorý je zošikmený doľava.



Obr. 4: Histogram početností dosiahnutého skóre pre vzorku 751 žiakov gymnázií

Tab. 4: Základné parametre štatistického súboru a výsledky štatistického testovania normality a zhody dosiahnutej úrovne skóre jednotlivých skupín žiakov

	Ročník		Pohlavie		Zameranie			
	celá vzorka	1. roč.	2. roč.	chlap.	dievč.	mat/ inf	jaz/ bil	všeob
Počet respondentov	751	337	414	294	457	95	330	326
Priemerná percentuálna úspešnosť (%)	32,5	31,4	33,4	36,3	30,0	42,1	30,2	31,9
Medián (%)	31,3	29,2	33,3	33,8	29,6	41,7	29,6	31,3
Smerodajná odchýlka (%)	16,2	15,6	16,7	17,3	15,0	18,4	15,9	14,9
Test normality (Shapiro-Wilkov test)	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	0,003 4	$p < 0,001$	0,61	$p < 0,001$	
Porovnanie súborov		0,07		$p < 0,001$			$p < 0,001$	

V ďalšom kroku sme štatistickými metódami porovnávali výsledky dosiahnuté žiakmi vybraných skupín a zisťovali, či rozdiely v dosiahnutých výsledkoch sú štatisticky významné (tab. 4). Najskôr sme na základe Shapiro-Wilkovho testu na hladine $\alpha = 0,05$ zamietli hypotézu o normalite rozdelenia pre všetky skupiny žiakov ($p < 0,05$) s výnimkou skupiny tvorenej triedami s matematickým a informatickým zameraním ($p = 0,61$).

Následne sme, vychádzajúc z nepotvrdenej hypotézy o normalite rozdelenia, pristúpili k porovnaniu vybraných skupín žiakov na základe neparametrického Mann-Whitneyho testu zhody úrovne. Štatistické testovanie na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ ukázalo, že existuje štatisticky významný rozdiel v dosiahnutých výsledkoch medzi skupinami chlapcov a dievčat ($p < 0,001$) a matematických a infor-

matických tried a tried iných zameraní ($p < 0,001$). Avšak pri porovnaní súborov žiakov 1. a 2. ročníka štatistické testovanie ukázalo, že medzi výsledkami žiakov 1. a 2. ročníka nie je štatisticky významný rozdiel ($p = 0,07$).

Tabuľka 5 obsahuje priemerné úspešnosti žiakov v jednotlivých úlohách zoskupených podľa testovaných bádateľských zručností. Vo väčšine úloh sa priemerná úspešnosť pohybuje okolo 30 %. Vyššie úspešnosti žiaci dosiahli v úlohách na plánovanie postupu experimentu a identifikáciu premenných, resp. určovanie vzťahov medzi premennými na základe údajov v tabuľke. Výrazne nízku úspešnosť (7,6 %) dosiahli žiaci v úlohe zameranej na uplatnenie argumentačných zručností.

Tab. 5: Priemerné úspešnosti žiakov v riešení úloh zameraných na vybrané bádateľské zručnosti

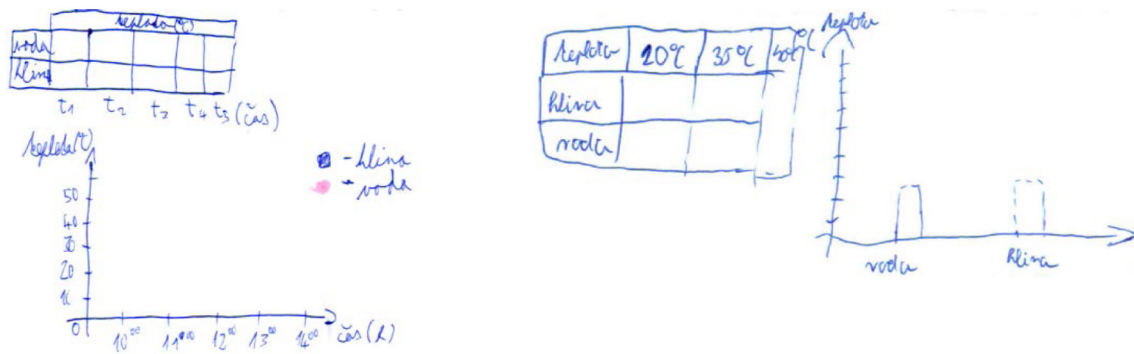
Bádateľské zručnosti	Predmet	Úloha	Priemerná úspešnosť žiakov	Priemerná úspešnosť žiakov v zručnosti
1.2 Formulovať hypotézu, ktorá sa bude testovať.	F	1.1	30,7 %	30,7 %
1.3 Naplánovať postup (identifikovať a definovať nezávislé a závislé premenné veličiny, vzájomný vzťah).	F	1.2	49,7 %	42,4 %
	F	5	36,2 %	
	I	2	41,3 %	
3.1 Transformovať výsledky do štandardných foriem (napr. tabuľky, grafy).	I	7.1	28,6 %	28,6 %
3.2.1 Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe grafov.	M/F	6	29,7 %	29,7 %
3.2.2 Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát z tabuliek.	I	7.2	29,7 %	37,3 %
	I	9	45,8 %	
3.2.3 Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát v texte.	M	4	31,7 %	31,7 %
3.3 Určovať presnosť experimentálnych dát (identifikovať možné zdroje chýb).	F	8	29,6 %	29,6 %
4.2 Diskutovať/obhajovať výsledky/argumentovať.	M	3	7,6 %	18,3 %
	M	10	29,0 %	

4.2 KVALITATÍVNA ANALÝZA VÝSLEDKOV RIEŠENIA VYBRANÝCH ÚLOH

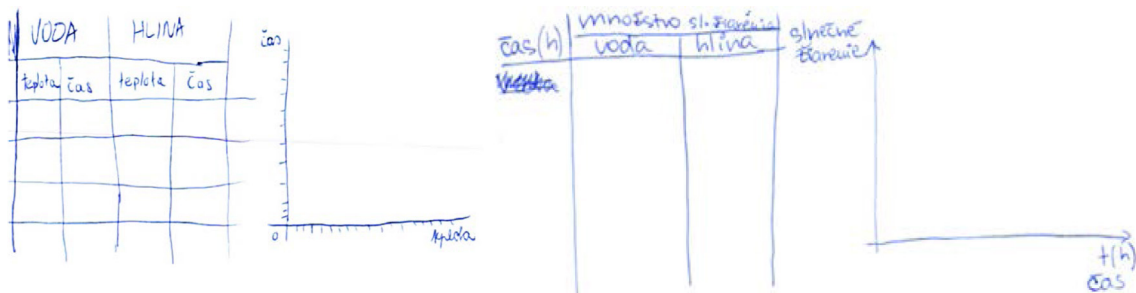
4.2.1 ZRUČNOSŤ NAPLÁNOVAŤ POSTUP (IDENTIFIKOVAŤ PREMENNÉ)

Úloha 1.2 Mária sa zamýšľa nad otázkou, či pôda a oceány na Zemi sa Slnkom ohrievajú rovnako. Z toho dôvodu sa rozhodne realizovať skúmanie. Do dvoch nádob umiestni kilogram vody a kilogram hliny. Počas horúceho letného dňa ich umiestni tak, aby boli ohrievané rovnakým množstvom dopadajúceho slnečného žiarenia. Mária má pred sebou nádoby s vodou a hlinou a ide realizovať experiment. Navrhnite tabuľku a zakreslite osi grafu s fyzikálnymi veličinami, ktoré má Mária zaznamenávať, aby získala odpoveď na svoju otázku. Zvolené fyzikálne veličiny zapíšete slovné.

Úspešnosť žiakov pri riešení tejto úlohy dosiahla takmer 50 %, čo je najvyššia dosiahnutá úspešnosť z riešenia všetkých úloh. Správne navrhlo tabuľku a načrtlo súradnicové osi a priradilo premenné veličiny k osiam 16 % žiakov (obr. 5, vľavo).



Obr. 5: Ukážky žiackeho správneho (vľavo) a nesprávneho (vpravo) riešenia úlohy 1.2



Obr. 6: Ukážky žiackych nesprávnych riešení úlohy 1.2

Jednou z najčastejších chýb žiakov bolo nesprávne určenie závislej a nezávislej veličiny (obr. 6, vľavo). Niektorí žiaci mali problém už pri výbere veličín, napr. volili objem, hustotu, hmotnosť alebo jednu veličinu zvolili správne a druhú nesprávne (napr. teplo, dĺžka na slnku, materiál, slnečné žiarenie, obr. 5, 6 vpravo). Medzi chyby žiakov, ktorí už správne na osiach grafu vyznačili nezávislú veličinu čas a závislú veličinu teplotu, patrili napr.: tabuľka bola navrhnutá iba pre jedno meranie, tabuľka bola navrhnutá pre viacero meraní, ale iba pre jeden materiál (žiaci neodlíšili meranie pre hlinu a vodu), chýbalo slovné pomenovanie veličín, a pod.

4.2.2 ZRUČNOSŤ TRANSFORMOVAŤ VÝSLEDKY DO ŠTANDARDNÝCH FORIEM

Úloha 7.1 Jožko zaznamenával pomocou počítača zvuky, pričom menil ich dobu trvania a počet kanálov. Do tabuľky zapísal veľkosti súborov v nekomprimovanom formáte WAV pre rôzne parametre zvukových záznamov.

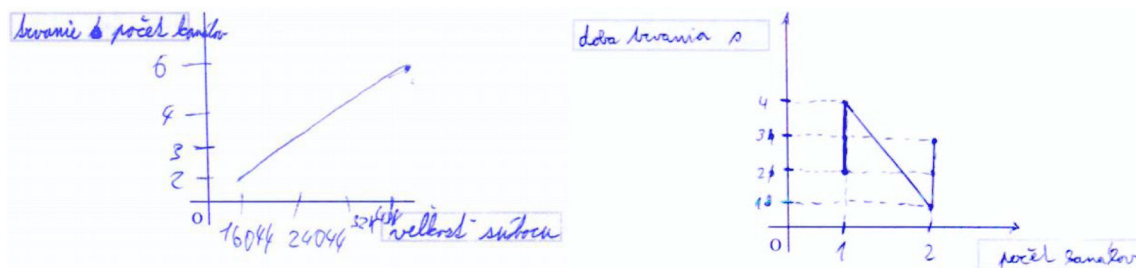
doba trvania (s)	počet kanálov [mono=1, stereo=2]	veľkosť súboru (B)
2	1	16 044
3	1	24 044
4	1	32 044
1	2	16 044
2	2	32 044
3	2	48 044



Na základe tabuľky načrtnite v pripravenom obrázku graf skúmanej závislosti pre obidva počty kanálov. Nezabudnite označiť súradnicové osi.

V tejto úlohe dosiahli žiaci priemernú úspešnosť 28,6 %. Pri posudzovaní správnosti riešenia úlohy sme sledovali vzájomné rozlíšenie nezávislej premennej (doba trvania) a závislej premennej (veľkosť súboru) a ich správne priradenie osiam grafu, rozpoznanie kontrolnej premennej (počet kanálov) a správne vykreslenie grafu (za správne riešenie sme akceptovali aj dve polpriamky so začiatkom v bode $[0, 44]$, t.j. nie nutne schodkovitú funkciu).

Táto, v podstate štandardná situácia objavujúca sa vo vyučovaní fyziky pomerne často (podobný charakter má aj predchádzajúca úloha 1.2 s relatívne vysokým skóre) sa pri vsadení do infromatického kontextu stala pre žiakov podstatne náročnejšou, o čom svedčí výrazne nižšie dosiahnuté skóre. Žiaci zrejme na hodinách informatiky úlohy podobného charakteru často neriešia, aj keď zručnosť identifikovať premenné by mala patriť medzi tie univerzálnejšie zručnosti. Ďalším faktorom, ktorý mohol dosiahnuté skóre ovplyvniť, je zrejme prítomnosť parametra počet kanálov, ktorý v experimente predstavoval kontrolnú a nie nezávislú premennú, čo sa objavovalo v mnohých odpovediach. Medzi ďalšie typické žiacke chyby patrilo napr. nesprávne priradenie premenných osiam (výmena závislej a nezávislej premennej, obr. 7) alebo zobrazenie grafu v podobe šiestich izolovaných bodov (z prvého a tretieho stĺpca, resp. druhého a tretieho stĺpca tabuľky). Často sa tiež objavovali polpriamky, ktoré síce reprezentovali lineárnu závislosť ale vychádzali z bodu $[0, 0]$.



Obr. 7: Ukážky nesprávnych žiackych riešení úlohy 7.1

4.2.3 ZRUČNOSŤ URČOVAŤ VZŤAHY MEDZI PREMENNÝMI VELIČINAMI NA ZÁKLADE DÁT Z TABULIEK

Úloha 7.2 Z údajov z tabuľky určte vzťah medzi parametrami zvukového súboru:

- Záznam dát z merania uvedený v tabuľke nie je správny, lebo doby trvania zvuku nie sú v tabuľke usporiadané vzostupne.
- Ak sa dvakrát zväčší počet kanálov pri rovnakej dobe trvania zvuku, tak sa zdvojnásobí veľkosť súboru.
- Ak sa dvakrát zväčší doba trvania zvuku pri rovnakom počte kanálov, tak sa zdvojnásobí veľkosť súboru.
- Pri danom počte kanálov, pri rovnakých prírastkoch dôb trvania zvuku sa veľkosť súboru zväčšuje o rovnaké hodnoty.**
- Žiadna z uvedených možností nie je správna.

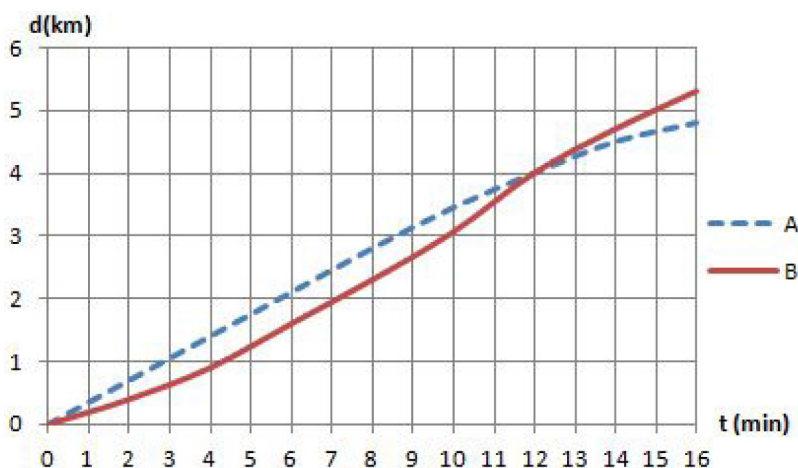
V tejto úlohe dosiahli žiaci priemernú úspešnosť 29,7 %. Možnosti b) a c), ktoré samostatne, resp. vo vzájomnej kombinácii volilo 37,4 % žiakov, zachytávajú často sa vyskytujúcu miskoncepciu nepochopeného vzťahu medzi lineárnou funkciou a priamou úmernosťou ako špeciálneho prípadu lineárnej závislosti. V kontexte informatiky ide o poznatok, že súčasťou dátových súborov sú aj metadáta. Až 13,9 % žiakov si neuvedomilo, že aj pre prázdne dáta má súbor nenulovú veľkosť (napr. zvukový

súbor s dĺžkou záznamu 0 sekúnd má veľkosť 44 B). Z pohľadu bádateľských zručností ide o korektné čítanie dát a určovanie vzťahov medzi nimi. Veľkosť metadát (44 B) je síce v porovnaní s celkovou veľkosťou dát (rádovo 10 000 B) prakticky zanedbateľná, ale pri presných výpočtoch a dodržiavaní korektných metód vedeckej práce je potrebné s týmito dátami počítať.

4.2.4 ZRUČNOSŤ URČOVAŤ VZŤAHY MEDZI PREMENNÝMI VELIČINAMI NA ZÁKLADE GRAFOV

Úloha 6 Uvedený graf zobrazuje závislosť vzdialenosti, ktorú pri pretekoch prebehli bežci A, B, od času. Na základe grafu vyberte pravdivé tvrdenie.

- Prvý kilometer prebehol skôr bežec B.
- Bežec A prebehol za prvých 10 minút viac ako 4 km.
- Vo vzdialenosti 4 km od štartu bežec A dobehol bežca B.
- Počas prvých 16 minút bežec A bežal väčšou priemernou rýchlosťou ako bežec B.
- Bežec B bežal od konca 10. do konca 11. minúty rýchlejšie ako bežec A.**

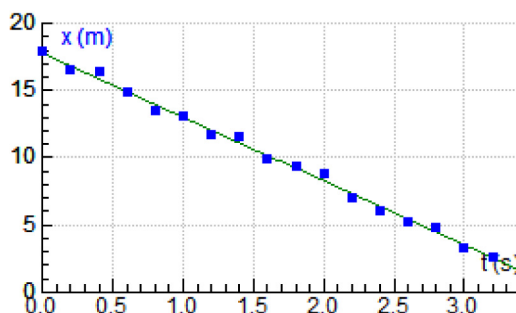


Správnu odpoveď e) zvolilo 29,7 % žiakov, ale v rôznych kombináciách aj s nesprávnou odpoveďou si ju zvolilo až 55 % žiakov. Najčastejšia nesprávna odpoveď bola možnosť d) (19 % žiakov), ale ako jednu z možností si ju zvolilo až 38 % žiakov. Na základe tejto voľby možno predpokladať, že žiaci si pri analýze grafu vytvorili nesprávnu súvislosť medzi priemernou rýchlosťou bežcov a vzájomnou polohou grafov. Na základe tejto nesprávnej súvislosti prisúdili väčšiu priemernú rýchlosť bežcovi A, ktorý mal v každom okamihu až do konca dvanástej minúty prebehnúť väčšiu dráhu od štartu ako bežec B a čiarkovaný graf opisujúci pohyb bežca A je v tomto časovom intervale nad grafom charakterizujúcim pohyb bežca B.

Druhou najčastejšou nesprávnou odpoveďou bola možnosť c), ktorú si samostatne zvolilo 15 % žiakov a v kombináciách s inou odpoveďou 33 % žiakov. Uvedená chyba bola spôsobená nedôslednou interpretáciou údajov z grafu. Žiaci nepostrehli, že počas prvých 12 minút zaostával bežec B, a preto on dobehol na konci dvanástej minúty bežca A. Na základe výberu týchto možností možno vyvodiť závery, že žiaci majú problém s analyzovaním súvislostí medzi rýchlosťou a grafom vyjadrujúcim prejdenú dráhu v závislosti od času a s dôsledným interpretovaním informácií vyjadrených grafmi.

4.2.5 ZRUČNOSŤ URČOVAŤ PRESNOSŤ EXPERIMENTÁLNYCH DÁT – IDENTIFIKÁCIA MOŽNÝCH ZDROJOV CHÝB

Úloha 8 Na obrázku sú výsledky videomerania pohybu plachetnice, ktorá pláva smerom k brehu. Žiak meria vzdialenosť plachetnice od brehu na videozázname plachetnice pomocou vhodného softvéru. Na každom snímku označí kliknutím myšou vhodne zvolený bod plachetnice pričom softvér zaznamená jeho vzdialenosť od brehu ako aj čas, ktorá tejto polohe plachetnice odpovedá. Získané výsledky zobrazí do grafu, ktorý preloží priamkou. Zistí, že výsledky merania sú trochu „chaotické“.



Rozhodnite, čo je najpravdepodobnejšou príčinou „rozhádzania“ hodnôt v grafe.

- Plachetnica sa nepohybuje rovnomerne ale počas pohybu postupne spomaľuje.
- Žiak nepresne označoval vybraný bod na plachetnici.**
- Videozáznam plachetnice nebol kvalitne nasnímaný.
- Plachetnica sa nepohybuje rovnomerne ale počas pohybu postupne zrýchľuje.
- Softvér nezaznamená presne čas, ktorý odpovedá meranej polohe plachetnice.

V tejto úlohe s jedinou správnou odpoveďou b), žiaci dosiahli priemernú úspešnosť 29,6 %. Najčastejšie volenou nesprávnou odpoveďou bola možnosť a), ktorá však s príčinami chýb merania nemá nič spoločné, ale napriek tomu ju volilo až 30,0 % žiakov. Táto voľba súvisí skôr s interpretáciou grafu, ktorý na obrázku klesá, čo zrejme viedlo žiakov k spojeniu so spomaleným pohybom, hoci plachetnica vykonáva rovnomerný pohyb. Podobnú nesprávnu odpoveď d) súvisiacu s interpretáciou klesajúceho grafu volilo 8,1 % žiakov. Zvyšné nesprávne odpovede, ktoré naozaj súviseli s presnosťou experimentálnych dát žiaci volili podstatne menej (odpoveď c) 2,9 %, resp. e) 6,4 % žiakov). Z týchto výsledkov vyplýva, že mnohí žiaci nečítali text úlohy s porozumením a nedbanlivo spojili situáciu opísanú v texte s odpoveďou, ktorá súvisela s tvarom grafu, čím prešli od identifikácie možných chýb k interpretácii grafu. Navyše, často volená možnosť, v ktorej je graf interpretovaný ako spomalený pohyb plachetnice nebola správna, keďže išlo o závislosť polohy a nie rýchlosti od času.

4.2.6 ZRUČNOSŤ DISKUTOVAŤ/OBHAJOVAŤ VÝSLEDKY/ARGUMENTOVAŤ

Úloha 10 V divadle predávali lístky za 9 € a za 12 €. Po zatvorení pokladne zatelefonovala riaditeľka divadla pokladníkovi a spýtala sa ho na celkovú tržbu za divadelné predstavenie. Pokladník narýchlo spočítal tržbu a zatelefonoval riaditeľke, že má 1 820 €. Riaditeľke sa však celková suma nepozdávala a povedala pokladníkovi, že sa musel pri spočítavaní peňazí pomýliť. Vyberte pravdivé tvrdenie a zdôvodnite ho vhodnou argumentáciou.

- Zo zadania úlohy nemožno zistiť, či sa pokladník pomýlil.
- Riaditeľka má pravdu, suma za predaj lístkov nemôže byť párne číslo.

- c) Pokladník má pravdu za predpokladu, že predal len jeden druh lístkov.
- d) **Riaditeľka má pravdu, lebo využitím deliteľnosti čísel sa dá ukázať, že z uvedených cien lístkov nemožno získať výslednú sumu 1 820 €.**
- e) Riaditeľka nemá pravdu, lebo možno nájsť aspoň jednu možnosť rozdelenia predaných lístkov oboch druhov.

Správnu odpoveď d) zvolilo 48 % žiakov. Veľkým nedostatkom pri riešení tejto úlohy bola skutočnosť, že mnoho žiakov neuviedlo zdôvodnenie svojej odpovede alebo žiaci len uskutočnili niekoľko výpočtov bez komentára. Najčastejšie to bolo delenie výslednej sumy 1 820 € cenami lístkov 9 € a 12 €. V niektorých prípadoch žiaci, ktorí vybrali správnu odpoveď, uviedli nesprávne argumenty na jej zdôvodnenie (obr. 8, 9).

číslo 1820 nie je deliteľné ani 9 ani 12 | Tedy keď súčtaním nepárne čísel s párnymi, výsledok
 takže nemohol mať sumu 1820 €. | číslo je nepárne.

Obr. 8: Ukážka nesprávnej argumentácie žiaka založená na delení čísel (vľavo), na sčítaní cien jednotlivých typov lístkov (vpravo)

1820 má v rozklade na prvočísla 5 k, |
 ktorá na ľavú nemala ako dostať

Obr. 9: Ukážka nesprávnej argumentácie žiaka založená na prvočíselnom rozklade výslednej sumy

Z nesprávnych odpovedí vyberali žiaci najčastejšie odpoveď a) (15 % žiakov) a odpoveď e) (14 % žiakov). Pri zdôvodnení týchto nesprávnych odpovedí sa žiaci často pokúšali riešiť sústavu rovníc (obr. 10, vľavo). Pri výbere odpovede e) niektorí žiaci vyjadrili len svoje presvedčenie, že existuje možnosť rozdelenia predaných lístkov oboch druhov.

Neviem koľko lístkov bolo celkovo predaných. |
 $9x + 12y = 1820$ | $9x + 12y = 1820$
 $x + y = ?$ | $x + y = 21 \quad /(-9)$
 | $9x + 12y = 1820$
 | $-9x - 9y = -189$
 | $3y = 1631$
 | $y = 543,6$

Obr. 10: Argumentácia žiaka založená na zostavovaní sústavy rovníc (vľavo) a na riešení nesprávne zostavenej sústavy rovníc (vpravo)

Ukážka na obrázku 10 vpravo charakterizuje postupy niektorých žiakov, ktorí nesprávne identifikovali premenné a vzťahy medzi nimi pri zostavovaní rovníc, alebo vykonali nesprávne úpravy pri riešení sústavy rovníc. Celkovo možno skonštatovať, že väčšina žiakov (89 %) nevedela využiť správne argumenty pri riešení uvedenej úlohy založenej na deliteľnosti prirodzených čísel číslom 3.

Pri riešení ďalšej úlohy zameranej na argumentačné zručnosti (úloha 3) dosiahli žiaci pri zdôvodňovaní vlastností štvoruholníka s vrcholmi v mrežových bodoch štvorcovej siete dokonca najnižšiu priemernú úspešnosť (7,6 %). Základným problémom pri riešení tejto úlohy bola skutočnosť, že len 13,5 % žiakov si zvolilo z ponúkaných možností správnu odpoveď vyjadrujúcu nutnosť využitia poznatkov z geometrie (vety o zhodných trojuholníkoch alebo Pytagorovu vetu) pri zdôvodňovaní tvrdenia. Väčšina zo zvyšných žiakov sa domnievala, že zdôvodňovanie môže byť založené na meraní dĺžok strán alebo veľkostí vnútorných uhlov štvoruholníka. Príčiny výrazne nižšej úspešnosti úlohy 3 v porovnaní s úlohou 10 (pričom obe sú zamerané na využívanie správnych argumentov pri zdôvodňovaní tvrdení) vidíme predovšetkým v tom, že v geometrii žiaci nepovažujú obrázok s geometrickými útvarmi za model ideálnych geometrických objektov a pri zdôvodňovaní geometrických vzťahov nevedia využiť abstraktné myšlienkové procesy.

5 DISKUSIA A ZÁVER

Testovanie úrovne bádateľských zručností prinieslo nie príliš optimistické výsledky. Žiaci zapojení do testovania dosiahli priemernú úspešnosť 32,5 %, pričom priemerné úspešnosti žiakov v jednotlivých úlohách sa pohybujú v rozpätí približne 8–50 %. Čo nás vo výsledkoch prekvapilo, je fakt, že medzi výsledkami žiakov 1. a 2. ročníka nebol štatisticky významný rozdiel napriek tomu, že žiaci 2. ročníka mali za sebou rok štúdia, počas ktorého mohli realizovať aktivity zamerané na rozvoj testovaných zručností. Najlepšie výsledky dosiahli žiaci matematických tried (priemerná úspešnosť 43,7 %), do ktorých sú vyberaní žiaci na základe talentovej skúšky z matematiky a v ktorých je zvýšená dotácia vyučovacích hodín matematiky. Avšak ani títo žiaci sa nedostali v úspešnosti riešenia úloh nad hranicu 50 %.

Pri hodnotení jednotlivých úloh, resp. testovaných zručností sme dospeli k záverom, že k najlepšie vyriešeným úlohám patrili úlohy zamerané na zručnosť identifikovať premenné a ich vzájomný vzťah (42,4 %), resp. určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát z tabuliek (38,6 %), dát v texte (31,7 %) alebo grafov (29,7 %). V úlohách zameraných na zručnosť formulovať hypotézu, ktorá sa bude testovať, transformovať výsledky do grafu a určovať presnosť experimentálnych dát (identifikovať možné zdroje chýb) sa priemerné úspešnosti žiakov pohybovali okolo 30 %.

Nízku úspešnosť dosiahli žiaci pri riešení úloh zameraných na testovanie argumentačných zručností, ktoré mali formu polouzavretých položiek a obe takto zamerané úlohy boli založené na využívaní matematických poznatkov. Pri riešení úlohy 3 zameranej na využitie vhodných argumentov pri zdôvodňovaní vlastností geometrického útvaru dosiahli žiaci najnižšiu priemernú úspešnosť (7,6 %). Pri riešení ďalšej úlohy zameranej na argumentačné zručnosti (10) dosiahli síce žiaci z dôvodu častejšieho výberu správnej odpovede lepšie výsledky (29 %), ale slovné zdôvodnenia malo správne alebo čiastočne správne len 11 % žiakov. Tieto výsledky poukazujú na skutočnosť, že žiaci zaostávajú v zručnosti nachádzať a využívať vhodné argumenty pri zdôvodňovaní matematických tvrdení. Veľká časť žiakov často ani nepovažuje za potrebné svoje odpovede a riešenia aj zdôvodňovať. Uvedené problémy sa ešte výraznejšie prejavili v úlohe 3, ktorej nízka úspešnosť poukazuje na nedostatky vyučovania geometrie spôsobené nedostatočnou mierou abstrakcie pri skúmaní vlastností geometrických útvarov a nevyžadovaním zdôvodňovania založenom na logických argumentoch pri riešení geometrických úloh.

Príčin nízkej úrovne rozvoja niektorých bádateľských zručností žiakov môže byť viacero. Keďže rozvíjanie bádateľských zručností je stimulované predovšetkým aktívnym zapojením žiakov do bádateľských aktivít, je nevyhnutné, aby žiaci vo vyučovaní pravidelne takéto aktivity realizovali. Na základe komunikácie s učiteľmi a výsledkov dotazníkov zodpovedaných učiteľmi usudzujeme, že učitelia síce bádateľské prístupy k vzdelávaniu využívajú ale vzhľadom na mnohé obmedzenia ich implementácia nie je systematická a dôsledná. Ku kľúčovým obmedzeniam patrí predovšetkým nedostatok času a väčšie počty žiakov v triedach, ale aj nedostatok bádateľsky orientovaných výučbových materiálov a malé skúsenosti učiteľov s BOV.

V ďalšej etape výskumu sme sa preto zamerali na prípravu učiteľov, ktorí absolvovali ďalšie vzdelávanie zamerané na BOV. Vychádzajúc zo vzdelávacích programov matematiky, fyziky a informatiky sme pripravili sériu bádateľských aktivít, ktoré sme ponúkli učiteľom k využívaniu vo výučbe. Učitelia matematiky, fyziky a informatiky z vybraných šiestich gymnázií, ktoré sa v školskom roku 2015/2016 zapojili do pedagogického experimentu, cielene a systematicky implementovali na svojich vyučovacích hodinách bádateľské aktivity (v priemere tri v každom predmete) počas obdobia niekoľkých mesiacov. Keďže tento prístup k vzdelávaniu žiaci zažili súčasne na viacerých predmetoch a nielen izolovane na jednom z vyučovacích predmetov, očakávame synergický efekt takého spôsobu implementácie BOV na žiakov. Test bádateľských zručností na záver pedagogického experimentu by mal následne zmapovať posun žiakov v rozvoji vybraných bádateľských zručností po absolvovaní výučby, do ktorej bolo systematicky a koordinovane implementované BOV.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-0715-12.

LITERATÚRA

Balogová, B. & Ješková, Z. (2016). Analýza bádateľských aktivít. In D. Krupa & M. Kireš (Eds.), *Zborník konferencie Tvorivý učiteľ fyziky VIII. Národný festival fyziky 2015* (14–21). Košice: Slovenská fyzikálna spoločnosť.

Burns, J. C., Okey, J. R. & Wise, K. C. (1985). Development of an integrated process skill test: TIPS II. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(2), 169–177.

Bybee, R. & McCrae, B. (2009). *PISA Science 2006: Implications for Science Teachers and Teaching*. Arlington, VA: NSTA press.

Čtrnáctová, H., Cídllová, H., Trnová, E., Bayerová, A. & Kuběnová, G. (2013). Úroveň vybraných chemických dovedností žáků základních škol a gymnázií, *Chemické Listy*, 107, 897–905.

Fradd, S. H., Lee, O., Sutman, F. X. & Saxton, M. K. (2001). Promoting science literacy with English language learners through instructional materials development: A case study. *Bilingual Research Journal*, 25(4), 417–439.

- Fuhrman, M. (1978). *Development of a laboratory structure and task analysis inventory and an analysis of selected chemistry curricula*. Unpublished master's thesis, University of Iowa.
- Gormally, C., Brickman, P., Hallar, B. & Armstrong, N. (2009). Effects of Inquiry-based Learning on Students' Science Literacy Skills and Confidence. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3(2). Dostupné z <http://digitalcommons.georgiasouthern.edu/ij-sotl/vol3/iss2/16>
- Gormally, C., Brickman, P. & Lutz, M. (2012). Developing a Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS): Measuring Undergraduates' Evaluation of Scientific Information and Arguments. *CBE – Life Sciences Education*, 11(4), 364–377.
- Held, Ľ., Žoldošová, K., Orolínová, M., Juricová, I. & Kotuláková, K. (2011). *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (IBSE v slovenskom kontexte)*. SAV Bratislava: VEDA.
- Kireš, M., Ješková, Z., Ganajová, M. & Kimáková, K. (2016). *Bádatelské aktivity v prírodovednom vzdelávaní*. Bratislava: Štátny pedagogický ústav.
- National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards, A Guide for Teaching and Learning*, National Academy Press. Dostupné z <http://www.nap.edu>
- Nezvalová, D., Bílek, M. & Hrbáčková, K. (2010). *Inovace v přírodovědném vzdělávání*, Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- OECD (2014). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science*. PISA, OECD Publishing. Dostupné z <http://dx.doi.org/10.1787/9789264208780-en>
- Papáček, M. (2010). Badatelsky orientované prírodovedné vyučovanie – cesta pro biologické vzdelávanie generácií Y, Z a alfa?. *Scientia in educatione*, 1(1), 33–49.
- PISA SK 2003 Národná správa (2003). NÚCEM. Dostupné z http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne_merania/pisa/publikacie_a_diseminacia/1_narodne_spravy/Národná_správa_PISA_2003.pdf
- PISA 2012 Národná správa Slovensko (2012). NÚCEM. Dostupné z http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne_merania/pisa/publikacie_a_diseminacia/1_narodne_spravy/Národná_správa_PISA_2012.pdf
- R Development Core Team (2016). *R: A language and environment for statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Dostupné z <http://www.r-project.org/>
- Řezníčková, D., Cídllová, H., Čížková, V., Čtrnáctová, H., Čudová, R., Hanus, M., Kubiátko, M., Marada, M., Matějček, T. & Trnová, E. (2013). *Dovednosti žáku ve výuce biologie, geografie a chemie*. Nakladatelství P3K: Praha.
- Samková, L., Hošpesová, A., Roubíček, F. & Tichá, M. (2015). Badatelsky orientované vyučovanie matematice. *Scientia in educatione*, 6(1), 91–122.
- Tamir, P. & Lunetta, V.N. (1981). Inquiry-Related Tasks in High School Science Laboratory. *Science Education*, 65(5), 477–484.
- Van den Berg, E. (2013). The PCK of Laboratory Teaching: Turning Manipulation of Equipment into Manipulation of Ideas. *Scientia in educatione*, 4(2), 74–92.

Wenning, C. J. (2007). Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education*, 4(2), 21–24. Dostupné z http://www2.phy.ilstu.edu/pte/publications/assessing_ScInq.pdf

Wenning, C. J. (2010). Using inquiry spectrum learning sequences to teach science, *Journal of Physics Teacher education online*, 5(4), 11–19. Dostupné z <http://www.phy.ilstu.edu/jpteo>

Wimmer, G. (1993). *Štatistické metódy v pedagogike*. Hradec Králové: Gaudeamus.

ZUZANA JEŠKOVÁ, zuzana.jeskova@upjs.sk
BRIGITA BALOGOVÁ, brigita.balogova@student.upjs.sk
MARIÁN KIREŠ, marian.kires@upjs.sk
UPJŠ v Košiciach, Prírodovedecká fakulta
ÚFV, Oddelenie didaktiky fyziky
Park Angelinum 9, 040 01 Košice, Slovenská republika

STANISLAV LUKÁČ, stanislav.lukac@upjs.sk
UPJŠ v Košiciach, Prírodovedecká fakulta
ÚMV, Oddelenie didaktiky matematiky
Jesenná 5, 040 01 Košice, Slovenská republika

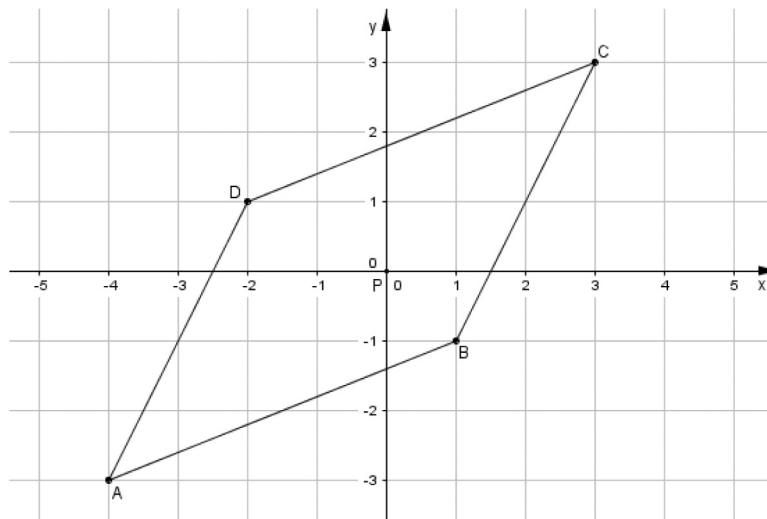
LUBOMÍR ŠNAJDER, lubomir.snajder@upjs.sk
JÁN GUNIŠ, jan.gunis@upjs.sk
UPJŠ v Košiciach, Prírodovedecká fakulta
ÚI, Oddelenie didaktiky informatiky a podporných technológií
Jesenná 5, 040 01 Košice, Slovenská republika

VSTUPNÝ TEST BÁDATEĽSKÝCH ZRUČNOSTÍ

Predložený test je zameraný na testovanie úrovne rozvoja bádateľských zručností. Radi by sme Vás upozornili, že pri niektorých úlohách sú uvedené aj **dve správne odpovede**. Prosíme Vás, aby ste starostlivo zvážili svoje odpovede a pri úlohách **1.2, 3, 7.1** a **10** uviedli stručné písomné odpovede.

- 1.1. Mária sa zamýšľa nad otázkou, či pôda a oceány na Zemi sa Slnkom ohrievajú rovnako. Preto sa rozhodne realizovať skúmanie. Do dvoch nádob umiestni kilogram vody a kilogram hliny. Počas horúceho letného dňa ich umiestni tak, aby boli ohrievané rovnakým množstvom dopadajúceho slnečného žiarenia. Akú **hypotézu** by mala Mária testovať, aby získala odpoveď na svoju otázku?
 - a) Ako sa na slnku ohrieva voda a hlina?
 - b) Čím dlhšie je hlina a voda na slnku, tým je hlina a voda teplejšia.
 - c) Hlina a voda sa ohrievajú na slnku rozlične.
 - d) Hlina a voda prijímajú rozličné množstvo slnečného žiarenia v rozličných hodinách počas dňa.
 - e) Hlina a voda sa ohrievajú na slnku rovnako.

- 1.2. Mária má pred sebou nádoby s vodou a hlinou a ide realizovať experiment. Navrhnite **tabuľku** a zakreslite **osi grafu s fyzikálnymi veličinami**, ktoré má Mária zaznamenávať, aby získala odpoveď na svoju otázku. Zvolené fyzikálne veličiny zapíšte slovne.
2. Cestári potrebujú robota na maľovanie vodorovného značenia (čiary rôznych farieb). Programátori vyvinuli robota, ktorý ovláda príkazy krok a opakuj. Ktoré ďalšie príkazy by mal **nevyhnutne** tento maľovací robot ovládať?
- nastavFarbuŠtetca, štetecHore, vľavo, vpravo
 - nastavFarbuŠtetca, štetecHore, štetecDole, vľavo
 - štetecHore, štetecDole, vľavo
 - nastavFarbuŠtetca, štetecHore, štetecDole, vľavo, cúvni
 - štetecHore, štetecDole, vľavo, vpravo
3. Na obrázku je zostrojený štvoruholník $ABCD$, ktorého vrcholy majú v danej súradnicovej sústave celočíselné súradnice. Jožko a Anička odmerali dĺžky všetkých strán štvoruholníka $ABCD$. Jožko vyhlásil, že štvoruholník $ABCD$ nie je rovnobežník a Anička oponovala, že štvoruholník $ABCD$ je rovnobežník.



Ako by ste postupovali pri **dokazovaní** tvrdenia, že štvoruholník $ABCD$ je rovnobežník?

Vyberte **jednu** z uvedených odpovedí a stručne zapíšte postup dôkazu.

- Vypočítal/a by som dĺžky úsečiek PA , PB , PC , PD .
- Snažil/a by som sa presnejšie odmerať pravítkom dĺžky strán štvoruholníka $ABCD$.
- Odmeral/a by som uhlomerom veľkosti vnútorných uhlov štvoruholníka $ABCD$.
- Využil/a by som v postupe dĺžky strán štvoruholníka $ABCD$.
- Využil/a by som v postupe dĺžky uhlopriečok štvoruholníka $ABCD$.

Stručný postup dôkazu:

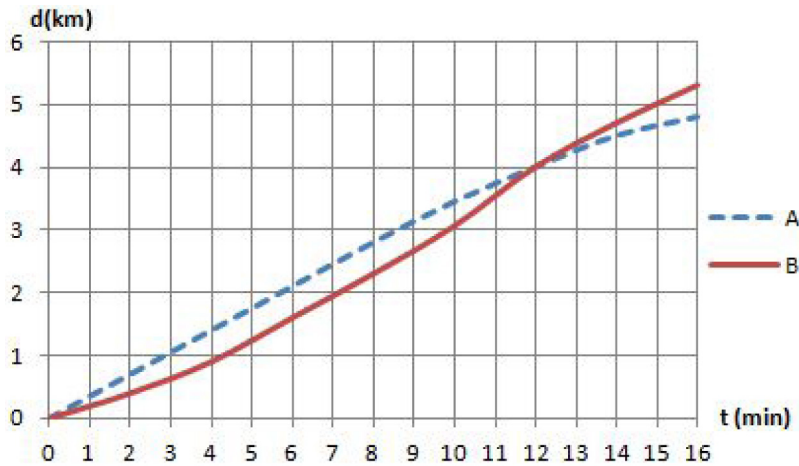
4. Peter zakaždým, keď sa vydáva na cestu do hôr, nocuje v kempe, v ktorom sa platí za noc 18 €. Keďže často táborí v kempe, tento rok si kúpil v národnom parku permanentku za 70 €, ktorá ho oprávňuje získať 50% zľavu na 24 nocí v kempe za celý rok. Nech x je počet nocí, ktoré strávil Peter v kempe tento rok. Pomocou ktorej z nasledujúcich rovníc možno vyjadriť celkovú sumu s za nocľahy v kempe za celý rok, ak vieme, že Peter strávil v kempe tento rok viac ako 24 nocí?
- a) $s = 0,5 \cdot 18x + 70$
 - b) $s = 0,5 \cdot 18 \cdot 24 + 18(x - 24) + 70$
 - c) $s = 18x - 0,5 \cdot 24x$
 - d) $s = 18x - 0,5 \cdot 24x + 70$
 - e) $s = 18x - 0,5 \cdot 18 \cdot 24 + 70$
5. Ak zavesíme na silomer kameň vo vzduchu alebo v kvapaline, silomer ukáže odlišnú výchylku. Ak kameň zavesený na silomere ponoríme do vody, silomer ukáže menšiu výchylku ako vo vzduchu. Sila smerujúca nahor, ktorou voda pôsobí na kameň, sa nazýva vztlaková sila. Žiaci chceli vedieť, ako ovplyvňuje **hmotnosť (ťaž) telesa veľkosť vztlakovej sily**. Vybrali niekoľko telies (môžu byť aj duté), ktoré chceli v experimente použiť.

tvar	hmotnosť m (g)	ťaž $G = m \cdot g$ (N)	objem V (cm ³)	materiál
Kocka	75	0,75	27,8	hliník
Disk	75	0,75	53,3	meď
Guľa	100	1,00	53,3	hliník
Valec	100	1,00	27,8	meď

Za predpokladu, že tvar ani materiál telesa nezohráva v experimente žiadnu úlohu rozhodnite, ktoré dve telesá by mali žiaci použiť.

- a) Valec a disk, pretože materiál telies použitých v experimente by mal byť rovnaký.
- b) Kocku a valec, pretože objemy telies použitých v experimente by mali byť rovnaké.
- c) Valec a guľu, pretože hmotnosť telies použitých v experimente by mala byť rovnaká.
- d) Kocku a disk, pretože ťaž telies použitých v experimente by mala byť rovnaká.
- e) Guľu a disk, pretože objemy telies použitých v experimente by mali byť rovnaké.

6. Uvedený graf zobrazuje závislosť vzdialenosti, ktorú pri pretekoch prebehli bežci A, B, od času.



Na základe grafu vyberte pravdivé tvrdenie.

- Prvý kilometer prebehol skôr bežec B.
 - Bežec A prebehol za prvých 10 minút viac ako 4 km.
 - Vo vzdialenosti 4 km od štartu bežec A dobehol bežca B.
 - Počas prvých 16 minút bežec A bežal väčšou priemernou rýchlosťou ako bežec B.
 - Bežec B bežal od konca 10 do konca 11 minúty rýchlejšie ako bežec A.
- 7.1. Jožko zaznamenával pomocou počítača zvuky, pričom menil ich **dobu trvania** a **počet kanálov**. Do tabuľky zapísal **velkosti súborov** v nekomprimovanom formáte WAV pre rôzne parametre zvukových záznamov.

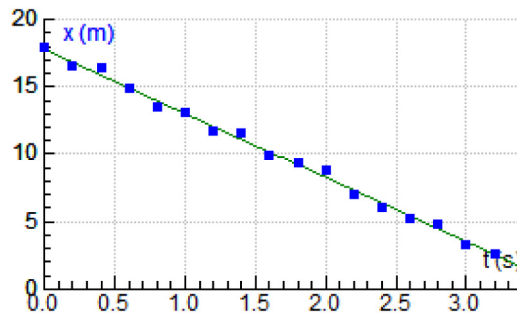
doba trvania (s)	počet kanálov [mono = 1, stereo = 2]	velkosť súboru (B)
2	1	16 044
3	1	24 044
4	1	32 044
1	2	16 044
2	2	32 044
3	2	48 044

Na základe tabuľky načrtnite v pripravenom obrázku **graf skúmanej závislosti** pre obidva počty kanálov. Nezabudnite označiť súradnicové osi.



7.2 Z údajov z **tabuľky určte vzťah** medzi parametrami zvukového súboru:

- Záznam dát z merania uvedený v tabuľke nie je správny, lebo doby trvania zvuku nie sú v tabuľke usporiadané vzostupne.
 - Ak sa dvakrát zväčší počet kanálov pri rovnakej dobe trvania zvuku, tak sa zdvojnásobí veľkosť súboru.
 - Ak sa dvakrát zväčší doba trvania zvuku pri rovnakom počte kanálov, tak sa zdvojnásobí veľkosť súboru.
 - Pri danom počte kanálov, pri rovnakých prírastkoch dôb trvania zvuku sa veľkosť súboru zväčšuje o rovnaké hodnoty.
 - Žiadna z uvedených možností nie je správna.
8. Na obrázku sú výsledky videomerania pohybu plachetnice, ktorá pláva smerom k brehu. Žiak meria vzdialenosť plachetnice od brehu na videozázname plachetnice pomocou vhodného softvéru. Na každom snímku označí kliknutím myšou vhodne zvolený bod plachetnice pričom softvér zaznamená jeho vzdialenosť od brehu ako aj čas, ktorá tejto polohe plachetnice odpovedá. Získané výsledky zobrazí do grafu, ktorý preloží priamkou. Zistí, že výsledky meranie sú trochu „rozhádzané“.



Rozhodnite, čo je **najpravdepodobnejšou príčinou** „rozhádzania“ hodnôt v grafe.

- Plachetnica sa nepohybuje rovnomerne ale počas pohybu postupne spomaľuje.
 - Žiak nepresne označoval vybraný bod na plachetnici.
 - Videozáznam plachetnice nebol kvalitne nasnímaný.
 - Plachetnica sa nepohybuje rovnomerne ale počas pohybu postupne zrýchľuje.
 - Softvér nezaznamená presne čas, ktorý odpovedá meranej polohe plachetnice.
9. V nasledujúcej tabuľke sme zaznamenali všetky parametre multimediálnych súborov uložených v nekomprimovanom formáte v počítači.

parameter 1	parameter 2	počet farieb	presnosť	veľkosť dát (B)
1 000	1	256^1	90	1 000
1 000	1	256^1	180	1 000
1 000	1	256^2	180	2 000
1 000	2	256^2	180	2 000
1 000	2	256^3	90	3 000
4 000	1	256^2	180	8 000

Ktoré z parametrov majú vplyv na veľkosť dát?

- a) Parameter 1, počet farieb a veľkosť dát.
 - b) Parameter 2 a počet farieb.
 - c) Parameter 1 a počet farieb.
 - d) Parameter 1, počet farieb a presnosť (ale iba za predpokladu, že sa nemení typ súboru).
 - e) Všetky zaznamenané parametre multimedialných súborov.
10. V divadle predávali lístky za 9 € a za 12 €. Po zatvorení pokladne zatelefonovala riaditeľka divadla pokladníkovi a spýtala sa ho na celkovú tržbu za divadelné predstavenie. Pokladník narýchlo spočítal tržbu a zatelefonoval riaditeľke, že má 1 820 €. Riaditeľke sa však celková suma nepozdávala a povedala pokladníkovi, že sa musel pri spočítavaní peňazí pomýliť.

Vyberte pravdivé tvrdenie a **zdôvodnite** ho vhodnou argumentáciou.

- a) Zo zadania úlohy nemožno zistiť, či sa pokladník pomýlil.
- b) Riaditeľka má pravdu, suma za predaj lístkov nemôže byť párne číslo.
- c) Pokladník má pravdu za predpokladu, že predal len jeden druh lístkov.
- d) Riaditeľka má pravdu, lebo využitím deliteľnosti čísel sa dá ukázať, že z uvedených cien lístkov nemožno získať výslednú sumu 1 820 €.
- e) Riaditeľka nemá pravdu, lebo možno nájsť aspoň jednu možnosť rozdelenia predaných lístkov oboch druhov.

Zdôvodnite svoju odpoveď:

Didaktické znalosti obsahu budoucích učitelů 1. stupně základní školy před studiem didaktiky matematiky

Libuše Samková

Abstrakt

Předkládaná studie se věnuje problematice zkoumání didaktických znalostí obsahu v matematice v kontextu vzdělávání budoucích učitelů 1. stupně ZŠ. Jako nástroj pro zkoumání těchto znalostí představuje výukovou pomůcku Concept Cartoons. První část příspěvku uvádí přehled souvisejícího výzkumu, v druhé části popisujeme kvalitativní výzkum s přípravnou studií. Přípravná studie byla zaměřena na způsob použití Concept Cartoons jako nástroje pro zkoumání didaktických znalostí obsahu, vlastní výzkum byl zaměřen na zkoumání didaktických znalostí obsahu u budoucích učitelů 1. stupně ZŠ. Účastníky výzkumu byli studenti druhého ročníku pětiletého magisterského oboru Učitelství pro 1. stupeň ZŠ, kteří ještě nenavštěvovali univerzitní kurz didaktiky matematiky. Zájem byl soustředěn na znalosti v oblasti číselných oborů. Výsledky šetření potvrdily, že neformální základy didaktických znalostí obsahu mohou někteří budoucí učitelé úspěšně získávat z vlastních zkušeností v roli žáka/studenta na základní škole, střední škole a během nedidaktických univerzitních kurzů. Analýza dat odhalila několik respondentů s dobrou znalostí učebních úloh a žákových miskoncepcí. Zároveň jsme však objevili i respondenty, kteří nejsou schopni rozlišovat mezi identifikací, příčinou a nápravou chyby a kteří mají o možném uvažování žáků nerealistické mylné představy. Obecné výsledky šetření jsou ve studii doloženy konkrétními datovými úryvky.

Klíčová slova: didaktické znalosti obsahu, budoucí učitelé 1. stupně ZŠ, matematické vzdělávání, Concept Cartoons.

Pedagogical Content Knowledge in Mathematics of Future Elementary School Teachers Who Are About to Start Their Mathematics Education Courses

Abstract

The study focuses on investigating pedagogical content knowledge in mathematics in the context of future elementary school teachers' education. The primary strategy explored in this study is the use of a teaching tool called "concept cartoons". The first part of the

contribution gives an overview of the relevant research, while the second part describes our own empirical research and a preparatory study. The preparatory study focused on the ways in which concept cartoons could be used as a tool for investigating pedagogical content knowledge. The research itself focused on the investigation of pedagogical content knowledge of future primary elementary school teachers. The participants of our research were students of the second year of a five-year master degree university programme for future elementary school teachers who had not yet attended the respective mathematics education college course. We focused on assessing their knowledge in the field of number systems. The results of the research have confirmed that some future teachers are able to acquire some expertise in pedagogical content knowledge in non-formal settings, during their attendance of K-12 or non-didactic university courses. The data analysis revealed the several participants had good knowledge of the relevant tasks and pupils' misconceptions. Some participants, however, were unable to distinguish between the act of identifying a mistake and the ability to identify the cause and potential remedy of a mistake. They also had unrealistic expectations about pupils' levels of reasoning. General results of the research are demonstrated by sample data segments.

Key words: pedagogical content knowledge, future primary school teachers, mathematics education, Concept Cartoons.

ÚVOD

Na základě celoživotních zkušeností a studia literatury jsem přesvědčen, že nejdůležitější forma kultivace didaktických znalostí obsahu učitele matematiky se rodí a pěstuje v samém průběhu učitelského vzdělávání, v němž od samého začátku jsou spjaty odborně matematická a didaktická složka, přičemž jejich sjednocení je zabezpečeno důrazem na proces utváření matematických pojmů a postupů, při soustavné péči o porozumění pojmům, pěstování příslušných činností a komunikaci. (Kuřina, 2012: s. 172)

Jednou z důležitých součástí učitelovy profese jsou jeho vlastní didaktické znalosti obsahu. Tyto znalosti získává učitel celý život: již od první třídy základní školy během studia předmětu, který bude později učit (a i při studiu jiných předmětů), na vysoké škole hlavně během studia didaktiky tohoto předmětu a během pedagogických praxí, a pak po celý profesní život při vlastní výuce a při diskusích s kolegy. A tak se nabízí otázka, na jaké úrovni jsou didaktické znalosti obsahu v různých stádiích učitelova života.

V tomto článku se věnujeme problematice didaktických znalostí obsahu v matematice v kontextu vzdělávání budoucích učitelů 1. stupně základní školy. Jako nástroj pro zkoumání didaktických znalostí obsahu představujeme výukovou pomůcku zvanou Concept Cartoons.

V první části příspěvku uvádíme přehled souvisejícího výzkumu, včetně dosavadního využití Concept Cartoons v přírodovědném a v matematickém vzdělávání. V druhé části popisujeme empirický kvalitativní výzkum s přípravnou studií: přípravná studie byla zaměřena na způsob použití Concept Cartoons jako nástroje pro zkoumání didaktických znalostí obsahu, vlastní výzkum byl zaměřen na zkoumání těchto znalostí u budoucích učitelů 1. stupně ZŠ, kteří ještě nenavštěvovali univerzitní kurz didaktiky matematiky. Zájem byl soustředěn na znalosti v oblasti číselných oborů v rozsahu učiva odpovídajícímu 1. stupni ZŠ.

1 UČITELOVY ZNALOSTI

Učitelé a jejich znalosti ovlivňující průběh vyučování jsou středem zájmu mnoha výzkumů, v tomto příspěvku se budeme věnovat oblastem vztahujícím se k Shulmanově konceptu poznatkové báze učitelství a k Rowlandově konceptu znalostního kvarteta.

1.1 POZNATKOVÁ BÁZE UČITELSTVÍ

Shulmanově přístupu a jeho terminologickému vymezení v českém prostředí se jako první podrobněji věnoval Janík (2004), z jeho publikace také přebíráme českou terminologii. Shulmanova teorie je založena na tzv. poznatkové bázi učitelství tvořené sedmi kategoriemi, z nichž tři jsou vázány na obsah vzdělávání (1986):

- znalosti vědních a jiných obsahů (znalosti obsahu);
- didaktické znalosti obsahu;
- znalosti kurikula;

a čtyři jsou obecné povahy (1987):

- obecné pedagogické znalosti;
- znalosti o žákovi a jeho charakteristikách;
- znalosti o kontextech vzdělávání;
- znalosti o cílech, smyslu a hodnotách vzdělávání.

My se zaměříme na znalosti obsahu¹ a na didaktické znalosti obsahu². Znalosti obsahu budeme chápat jako znalosti „pro sebe“, tedy vlastní znalosti, které jedinec uplatní při svém studiu odborného předmětu (např. při řešení odborného problému, při čtení odborného textu, při učení se apod.). Didaktické znalosti obsahu budeme chápat jako znalosti „pro pomoc jiným“, tedy znalosti, které jedinec uplatní, pokud učí někoho jiného. Vztah mezi těmito dvěma kategoriemi znalostí může být u různých jedinců různý, obecně lze znalosti obsahu a didaktické znalosti obsahu považovat za dvě nestejně množiny s neprázdným průnikem.

Podle Grossmanové (1990, cit. dle Janík et al., 2007: s. 31) sestávají didaktické znalosti obsahu ze čtyř komponent:

- znalosti a pojetí cílů, k nimž má směřovat vyučování v daném předmětu na určitém stupni školy;
- znalosti kurikulárních materiálů, které jsou pro vyučování v daném předmětu k dispozici, znalosti horizontálních a vertikálních vazeb mezi předměty v kurikulu;
- znalosti žákových koncepcí a miskoncepcí určitého učiva v rámci vyučovacího předmětu, znalosti vztahující se k možnostem a mezím žákova porozumění;
- znalosti výukových strategií a reprezentací pro vyučování určitého učiva.

Náš příspěvek se vztahuje hlavně k posledním dvěma komponentám.

Více podrobností o didaktických znalostech obsahu lze nalézt v publikaci (Janík et al., 2007); vymezení didaktických znalostí obsahu v českém (resp. česko-německém) vzdělávacím prostředí se věnoval i Kuřina (2011, 2012).

¹V angličtině subject matter content knowledge, zkr. SMK.

²V angličtině pedagogical content knowledge, zkr. PCK.

1.2 ZNALOSTNÍ KVARTETO

V kontextu vyučování matematice na prvním stupni základní školy se výzkumu učitelových znalostí vázaných na obsah také věnovali Rowland a jeho spolupracovníci. Jako součást studie podrobně popsané v publikacích (Rowland, Huckstep & Thwaites, 2005; Rowland, Turner, Thwaites & Huckstep, 2009; Rowland, Turner & Thwaites, 2014) pořizovali videozáznamy hodin matematiky během souvislých praxí studentů závěrečných ročníků studia učitelství pro 1. stupeň. Při kvalitativní analýze videozáznamů v designu zakotvené teorie³ identifikovali celkem 20 kategorií učitelových znalostí, které mají významný vliv na dění ve třídě, a posléze tyto kategorie roztrídili do čtyř skupin, tzv. dimenzí:

- základní znalosti (teoretická průprava učitele a jeho přesvědčení);
- znalosti reprezentací (způsob předvedení učiva, využití pomůcek, analogie, příklady, názorné ukázky);
- znalosti souvislostí (návaznost učiva v rámci hodiny i mezi hodinami, správné řazení úloh a příkladů);
- znalosti v nepředvídaných situacích (reakce na nečekané či neplánované události).

Takto vytvořené schéma nazvali znalostní kvarteto⁴.

Rowland et al. (2009) zmiňují i Shulmanovu poznatkovou bázi učitelství a přibližně vymezují vztah dimenzí znalostního kvarteta a (didaktických) znalostí obsahu:

- základní znalosti zahrnují většinu znalostí obsahu;
- znalosti reprezentací jsou většinou didaktickými znalostmi obsahu;
- znalosti souvislostí – učitelovy vlastní jsou podmnožinou znalostí obsahu, určené pro žáky jsou podmnožinou didaktických znalostí obsahu;
- znalosti v nepředvídaných situacích zahrnují kombinaci obou kategorií.

V tomto příspěvku se mj. budeme podrobněji věnovat čtvrté dimenzi znalostního kvarteta a její kategorii „reakce učitele na podněty žáků“. Tato kategorie se týká schopnosti učitele reagovat přesvědčivě, uvážlivě a zasvěceně na ústní či písemné nápady, návrhy a názory žáků.

Rámeček znalostního kvarteta byl úspěšně využit jako základní platforma pro analýzu několika videozáznamů z výuky na 2. stupni ZŠ a jeho autoři plánují rozšířit a případně modifikovat systém kategorií tak, aby odpovídal výuce na 1. i 2. stupni ZŠ (Rowland, Thwaites & Jared, 2016).

1.3 ZKOUMÁNÍ DIDAKTICKÝCH ZNALOSTÍ OBSAHU

Vzhledem k rozmanitosti struktury didaktických znalostí obsahu je rozmanitý i repertoár přístupů, metod a technik uplatňovaných při jejich zkoumání. Výzkumná data jsou získávána prostřednictvím rozhovorů s učiteli o jejich výuce, pozorováním výuky, pozorováním diskuse několika učitelů nad tím, jak vyučovat určitému učivu, z pojmových map nebo komentovaných souhrnů učiva vytvořených učiteli, z učitelových vyjádření ke zpracování učiva v učebnici nebo ke kritickým situacím z výuky apod. (podrobný přehled výzkumných studií a používaných metod nabízí Janík, 2009; Depaepe, Verschaffel & Kelchtermans, 2013).

³Více o zakotvené teorii naleznete např. v knize od Švaříčka a Šedové (2014).

⁴V angličtině knowledge quartet; anglické názvy dimenzí: foundation, transformation, connection, contingency; vlastní překlad.

Z pohledu didaktických znalostí matematického obsahu si pozornost zaslouží sada studií provedených v rámci výzkumného projektu COACTIV (souhrn projektu nabízí např. Krauss, Baumert & Blum, 2008). V rámci projektu byly vytvořeny testy pro zjišťování znalostí obsahu a didaktických znalostí obsahu u učitelů matematiky na 2. stupni ZŠ. Tyto testy byly předloženy učitelům, jejichž žáci se zúčastnili testování PISA. Bylo tak možné zkoumat vztahy mezi znalostmi učitelů a znalostmi jejich žáků.

Na projekt COACTIV navázalo mnoho dalších studií, jedna z nich se například zabývala vlivem učitelova vzdělání na jeho znalosti obsahu a didaktické znalosti obsahu (Kleickmann et al., 2013). Tato studie poukazuje na to, že (didaktické) znalosti obsahu mohou učitelé získávat ze tří hlavních zdrojů:

- z vlastních zkušeností v roli žáka;
- v rámci univerzitní přípravy a kurzů dalšího vzdělávání učitelů;
- z vlastních zkušeností v roli učitele.

Dále upozornila na to, že vlastní zkušenosti v roli žáka pomáhají vytvořit neformální základy didaktických znalostí obsahu (např. pozorováním vlastních učitelů a spolužáků). Pro lepší zmapování vlivu vzdělání na (didaktické) znalosti obsahu tato studie porovnává znalosti budoucích učitelů matematiky v různých fázích univerzitní přípravy se znalostmi zkušených učitelů. U didaktických znalostí obsahu se zaměřuje na tři komponenty:

- (i) znalosti učebních úloh (různých způsobů jejich řešení);
- (ii) znalosti žákových poznávacích procesů (strategií, miskoncepcí, možných obtíží, zdrojů možného neporozumění apod.);
- (iii) znalosti vyučování (různých reprezentací, modelů, vysvětlení).

Test byl sestaven z otevřených otázek, které mohou mít více správných odpovědí. Odpovědi na testové otázky byly bodovány. Příklady testových otázek pro jednotlivé komponenty:

- (i) Jak se změní obsah čtverce, pokud jeho stranu ztrojnásobíme? Svou odpověď zdůvodněte. Uveďte co nejvíce různých způsobů řešení této úlohy (a co nejvíce různých zdůvodnění).
- (ii) Obsah rovnoběžníku můžeme vypočítat jako součin jeho základny a výšky. Načrtněte takový rovnoběžník, u kterého by žáci mohli mít s tímto způsobem výpočtu obsahu problémy.
- (iii) Žák říká: Nerozumím tomu, proč $(-1) \cdot (-1) = 1$.
Uveďte co nejvíce různých způsobů, jak tuto záležitost žákovi vysvětlit.
(Kleickmann et al., 2013: s. 102, vlastní překlad, vynechána ilustrace k otázce ii)

Podobný přístup byl zvolen i v nedávno publikované studii (Depaepe et al., 2015), která mj. porovnává (didaktické) znalosti obsahu v oblasti zlomků u budoucích učitelů na 1. a 2. stupni ZŠ. Respondentům studie byly předloženy otevřené testové otázky, zkoumané didaktické znalosti obsahu byly rozděleny do dvou komponent:

1. znalosti žákových miskoncepcí;
2. znalosti výukových strategií, reprezentací a modelů.

Odpovědi na testové otázky byly bodovány. Příklady testových otázek pro jednotlivé komponenty:

1. Na obrázku jsou uvedena tři různá žákovská řešení. Pro každé řešení napište pravděpodobnou žákovu úvahu vedoucí k tomuto řešení a určete, zda je řešení správné.
2. Během hodiny zaměřené na sčítání zlomků použil učitel koláčový model na znázornění součtu $4/7 + 5/7$. Uveďte dva důvody, proč byste tento model v dané situaci nepoužili.

(Depaepe et al., 2015: s. 87, vlastní překlad, zkráceno, obrázky vynechány)

2 CONCEPT CARTOONS

V předkládané studii použijeme jako nástroj pro zkoumání didaktických znalostí obsahu kreslené obrázky zvané Concept Cartoons. Název Concept Cartoons (jako množné číslo od Concept Cartoon) vymysleli v roce 1991 Brenda Keoghová a Stuart Naylor, o dva roky později pak publikovali o Concept Cartoons jako výukové pomůcce svůj první příspěvek v odborném časopise (Keogh & Naylor, 1993).

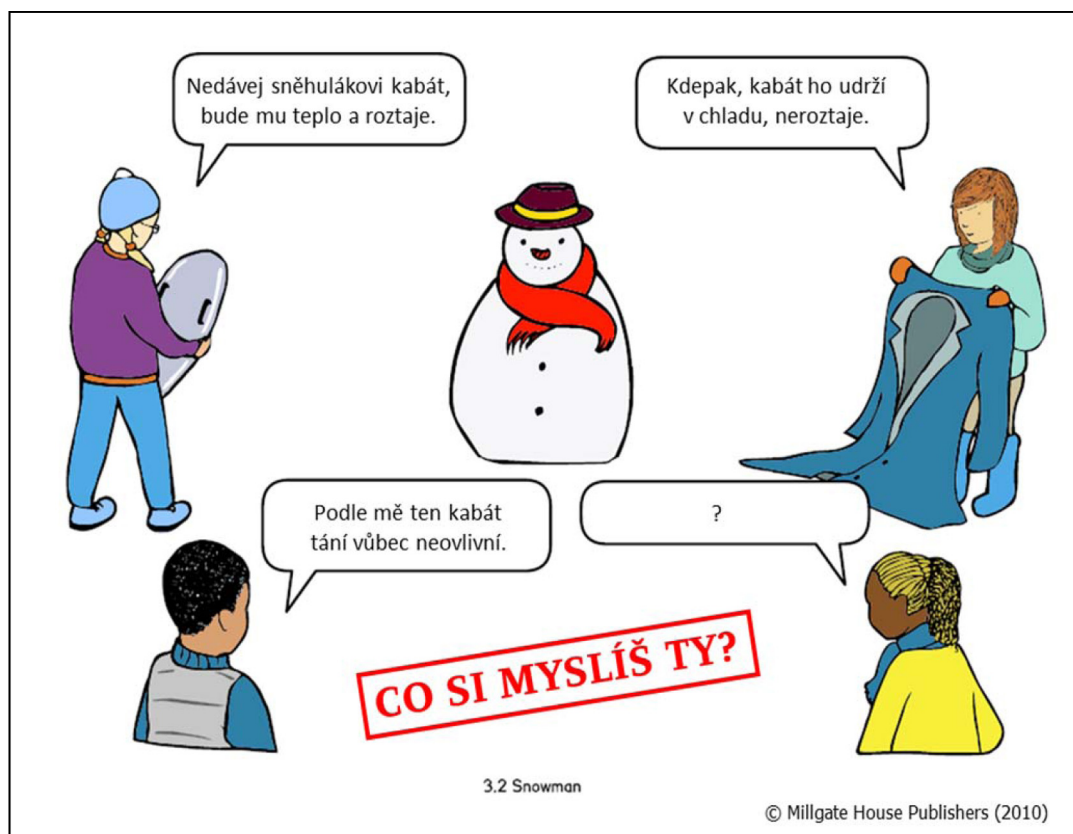
V rozporu s významem anglického slova cartoon⁵ nejsou Concept Cartoons kreslené vtipy ani obrázkové seriály, ale s obojím mají cosi společného: každý Concept Cartoon je jednoduchý kreslený obrázek znázorňující „bublinový“ rozhovor několika dětí. Děti se nacházejí v jim známém prostředí (školním či mimoškolním), zobrazená situace je převzata z každodenního života, texty v bublinách jsou stručné a používají jednoduchý jazyk. Děti prostřednictvím bublin vyjadřují svůj vlastní názor nebo reagují na názor jiného dítěte ze skupinky. Důležité je, že žádné dítě nevystupuje nadřazeně, jednotlivé názory jsou rovnocenné. V bublinách se objevují různé alternativní pohledy na zobrazovanou situaci; některé jsou správné, jiné nesprávné, u některých může být správnost nejasná nebo podmíněná určitými okolnostmi. V některých bublinách může být blíže naznačeno diskutované téma nebo nepřímou položena otázka. Jedna z bublin obsahuje místo textu otazník jako zdůraznění toho, že mohou existovat i jiné názory, na obrázku dosud neuvedené.

Jeden z prvních Concept Cartoons je uveden na obr. 1. Na tomto obrázku ovlivňují pravdivost jednotlivých alternativ hned dva faktory: aktuální počasí a materiál, ze kterého je kabát vyroben. Při vhodné kombinaci těchto faktorů může být pravdivá každá alternativa.

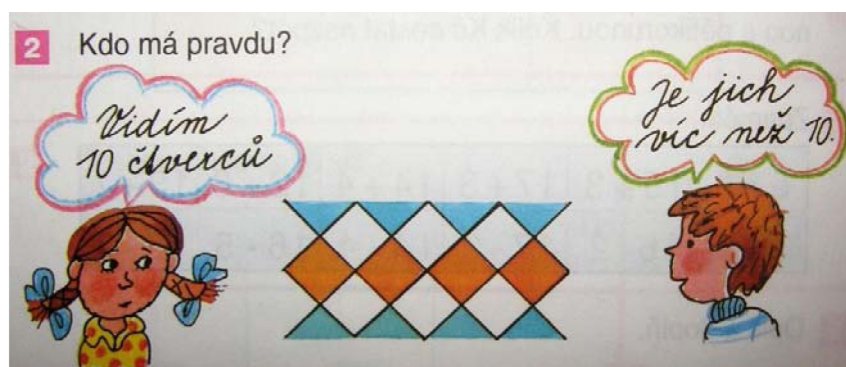
Jako výuková pomůcka jsou obrázky Concept Cartoons obvykle nabízeny žákům s otázkami: „Co si myslíš ty?“, „Které z dětí na obrázku má pravdu?“, „Proč?“, „Co můžeme doplnit do prázdné bubliny místo otazníku?“, a žáci diskutují o odpovědích na tyto otázky.

Podobné obrázky nabízeli ve svých učebnicích pro 1. stupeň základní školy také Kittler, Koman, Kuřina a Tichá (např. Kittler, 1994; viz obr. 2), a to jako nástroj k překlenutí rozdílu mezi neformálním běžným jazykem a formálním jazykem matematiky.

⁵ **cartoon** n. 1 karikatura, kreslený vtip; obrázkový seriál, 2 kreslený film, groteska (Fronek, 1999)



Obr. 1: Jeden z prvních Concept Cartoons; obrázek převzat od autorů Naylora & Keoghové (2010: č. 3.2), vlastní překlad



Obr. 2: Obrázek z učebnice Matematika pro 1. ročník základní školy (Kittler, 1994: s. 42)

2.1 CONCEPT CARTOONS JAKO VÝUKOVÁ POMŮCKA V PŘÍRODOVĚDNÉM VZDĚLÁVÁNÍ

Jak napovídá obr. 1, Concept Cartoons vznikly původně jako výuková pomůcka určená pro podporu výuky přírodovědných předmětů⁶ na 1. a 2. stupni základních škol. Za více než 20 let své existence se ve Velké Británii staly nedílnou součástí výuky na mnoha základních školách, univerzitách (pedagogických fakultách) a v kurzech dalšího vzdělávání učitelů.

⁶V angličtině science teaching and learning; ve školním prostředí je science označením pro skupinu předmětů zahrnující biologii, fyziku a chemii, a to na všech stupních škol, včetně propedeutik.

První větší pedagogický výzkum související s Concept Cartoons mapoval reakce žáků, budoucích učitelů a učitelů na použití Concept Cartoons ve výuce (Keogh & Naylor, 1999). Tento výzkum ukázal většinovou pozitivní reakci žáků, zvýšení jejich motivace a lepší zapojení do výuky. Při pozorování dění ve třídě se ukázalo, že diskuse se zúčastňují i žáci, kteří se jinak běžně zdráhají mluvit nebo projevit svůj názor. Podle autorů studie je jedním z možných vysvětlení, že při používání Concept Cartoons nejsou žáci posuzováni učitelem, ale sami posuzují názory někoho jiného (dětí na obrázku). Pokud se později ukáže, že názor byl nesprávný, žák může svést vinu za chybu na dítě z obrázku.

Jiná studie (Naylor, Keogh & Downing, 2007) se věnovala podobě diskuse a kvalitě žakovských argumentů a jako nejvhodnější formu použití Concept Cartoons pro argumentaci vyhodnotila diskusi v malých skupinkách. Tato studie prokázala, že nesoulad v názorech, který panuje mezi dětmi na obrázku, povzbuzuje žáky k účasti v diskusi a k přednesení vlastního názoru a že takto iniciovaná diskuse může mít podobu smysluplné argumentace.

Podrobnosti o dalších pedagogických výzkumech souvisejících s použitím Concept Cartoons ve výuce přírodovědných předmětů lze nalézt v souhrnném přehledu (Naylor & Keogh, 2013).

Česká odborná veřejnost se s výukovou pomůckou Concept Cartoons poprvé blíže seznámila díky Edu van den Bergovi, který se zúčastnil několika projektů na podporu přírodovědného vzdělávání realizovaných v ČR a podělil se zde o své zkušenosti s využitím Concept Cartoons při plánování laboratorních pokusů (2013, 2014). Na něj navázala Hejnová (2014) se svou publikací o využití Concept Cartoons v hodinách fyziky.

V přírodovědné výuce se využívají i jiné typy vzdělávacích komiksů, jejich přehled uvádějí Trnová a kol. (2016).

2.2 CONCEPT CARTOONS JAKO DIAGNOSTICKÁ POMŮCKA V PŘÍRODOVĚDNÉM VZDĚLÁVÁNÍ

Brenda Keoghová a její kolegové použili Concept Cartoons také jako diagnostickou pomůcku, a to pro zjištění úrovně přírodovědných znalostí vysokoškolských studentů na začátku prvního roku studia učitelství (Keogh, Naylor, Boo & Feasey, 1999). Každému ze studentů byla předložena sada patnácti Concept Cartoons se společnými otázkami: „Které děti mají pravdu?“ a „Proč?“. Studenti na otázky odpovídali písemně, odpovědi byly bodovány; hodnoceno bylo celkové porozumění zobrazené situaci a správnost argumentů (S. Naylor, osobní konzultace, 13. 5. 2014). Studenti s nízkým bodovým ziskem byli v prvním ročníku studia povinni absolvovat doplňující přírodovědný kurz.

Ve své studii využila Concept Cartoons i Michaela Minárechová (2014) – jejich prostřednictvím zjišťovala žakovské představy o vybraných přírodních jevech.

2.3 CONCEPT CARTOONS JAKO VÝUKOVÁ POMŮCKA V MATEMATICKÉM VZDĚLÁVÁNÍ

Poté, co se Concept Cartoons osvědčily v přírodovědném vzdělávání, se začaly ve Velké Británii používat i při výuce matematiky (Dabell, 2008; Dabell, Keogh & Naylor, 2008). Podobně jako v případě přírodovědných Concept Cartoons obsahují bubliny matematicky zaměřených Concept Cartoons rozličné alternativní pohledy

na zobrazenou situaci. Obvykle jsou tyto pohledy inspirovány různými interpretacemi pojmů souvisejících se zobrazenou situací, různými způsoby matematizace zobrazené situace, různými cestami hledání řešení zobrazeného problému, různými způsoby interpretace nalezených řešení nebo různými podmínkami, které mohou zobrazenou situaci ovlivňovat.

Na téma Concept Cartoons jako výukové pomůcky v matematickém vzdělávání nebyl proveden žádný větší pedagogický výzkum, autoři Concept Cartoons předpokládají, že výsledky vzešlé z velkých přírodovědných výzkumů (zvýšení motivace a lepší zapojení žáků do výuky, podpora argumentace apod.) jsou obecného charakteru a nezávisí na konkrétním vyučovacím předmětu (S. Naylor, osobní konzultace, 13. 5. 2014).

2.4 CONCEPT CARTOONS JAKO NÁSTROJ PRO ZKOUMÁNÍ DIDAKTICKÝCH ZNALOSTÍ OBSAHU

Při prvním setkání s Concept Cartoons (v roce 2012) nás kromě jejich významu pro výuku žáků zaujala i skutečnost, že jednotlivé obrázky znázorňují různé názory dětí na nějakou situaci. Svým způsobem tak imitují rozličné situace, jež mohou nastat ve třídě. Odtud vzešel prvotní nápad použít Concept Cartoons pro zkoumání znalostí, jež učitel uplatňuje v podobných situacích.

Dalším impulsem pro volbu Concept Cartoons jako výzkumného nástroje byla šetření ukazující, že obrázky Concept Cartoons při použití ve třídě podněcují žáky (i ty, kteří se běžně zdráhají projevit svůj názor) k účasti na diskusi a k přednesení vlastního názoru (viz oddíl 2.1). Tato šetření naznačují, že při použití obrázků Concept Cartoons by nemusely nastat problémy s neochotou respondentů odpovídat na otázky a s nedostatkem získaných dat. Je však otázkou, zda se tato vlastnost Concept Cartoons projeví i při jejich použití pro sběr dat v písemné podobě.

Kompozice obrázků Concept Cartoons je podobná kompozici některých testových otázek používaných pro zkoumání didaktických znalostí obsahu: podobně jako v bublinách se nabídka různých odpovědí žáků a požadavek na jejich posouzení objevuje v testových otázkách zkoumajících znalosti žákových poznávacích procesů (komponenta (ii) ve studii Kleickmann et al., 2013; komponenta (1) ve studii Depape et al., 2015), požadavek doplnit do prázdné bubliny nějaké alternativní řešení je podobný testovým otázkám zkoumajícím znalosti učebních úloh (komponenta (i) ve studii Kleickmann et al., 2013).

Originálním obrázkům Concept Cartoons však oproti testovým otázkám chybí dotazy na pravděpodobné žákovy úvahy a na možné zdroje žákova neporozumění, a také požadavky na poskytnutí vysvětlení, jež by bylo žákovi srozumitelné – tyto nedostatky originální podoby obrázků Concept Cartoons snad bude možné vyřešit rozšířením sady otázek předkládaných spolu s obrázky. Oproti testovým otázkám dále obrázkům chybí požadavky na posouzení činnosti jiného učitele, ale ty jsou ve stávající podobě prostředí Concept Cartoons obtížně realizovatelné.

Z důvodu výše uvedených nejasností souvisejících s možností využití Concept Cartoons pro zkoumání didaktických znalostí obsahu u budoucích učitelů 1. stupně bude vlastnímu výzkumnému šetření předcházet přípravná studie.

3 PŘÍPRAVNÁ STUDIE

V rámci přípravné studie jsme rozšířili sadu otázek předkládaných s obrázky Concept Cartoons o otázky na pravděpodobné žákovy úvahy, na možné zdroje žákova neporozumění a o požadavky na poskytnutí vysvětlení žákovi. Ověřovali jsme, jestli a jaké Concept Cartoons spolu s rozšířenou sadou otázek umožňují získat dostatečné množství relevantních dat pro zkoumání didaktických znalostí obsahu.

3.1 VÝZKUMNÁ OTÁZKA PŘÍPRAVNÉ STUDIE

„Jaká podoba prostředí Concept Cartoons je vhodná pro zkoumání didaktických znalostí obsahu?“

3.2 ÚČASTNÍCI PŘÍPRAVNÉ STUDIE

Studie se zúčastnilo 127 studentů různých ročníků vysokoškolského studia učitelských oborů Učitelství pro 1. stupeň ZŠ a Učitelství pro 2. stupeň ZŠ, v prezenční i kombinované formě; 55 z nich již mělo absolvovaný aspoň jeden semestr kurzu didaktiky matematiky. Nikdo z účastníků této studie nebyl účastníkem hlavního výzkumného šetření.

3.3 ORGANIZACE PŘÍPRAVNÉ STUDIE

Přípravná studie proběhla ve dvou fázích.

3.3.1 PRVNÍ FÁZE PŘÍPRAVNÉ STUDIE

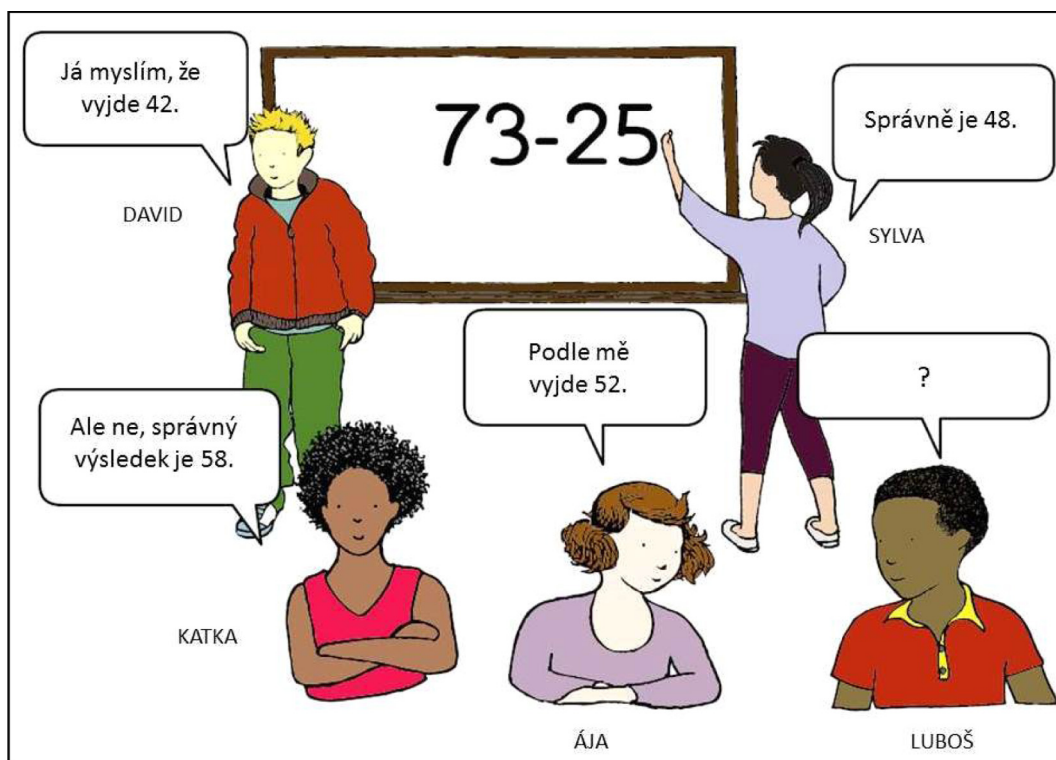
Z originální sady Concept Cartoons (Dabell, Keogh & Naylor, 2008) byly v první fázi vybrány 4 obrázky z oblasti číselných oborů (přirozená čísla, desetinná čísla a zlomky) v rozsahu odpovídajícím učivu 1. stupně ZŠ. Obrázky byly vybrány tak, aby se lišily typem zobrazené situace (2 školní a 2 mimoškolní aktivity), typem textu v bublinách (bublina s výsledky, bublina s postupy řešení a výsledky, bublina s radami chybujícímu žákovi) a počtem bublin se správnými odpověďmi. Studentům byly tyto Concept Cartoons předloženy ve formě pracovního listu (každý obrázek na zvláštním listu papíru) s následujícími pokyny:

U každého obrázku okomentujte jednotlivé názory v bublinách takto:

- 1. Napište, se kterým názorem nejvíce souhlasíte, tj. který je Vám nejbližší.*
- 2. Napište, se kterým názorem rozhodně nesouhlasíte.*
- 3. Rozhodněte, které názory jsou správné a které chybné. Své rozhodnutí zdůvodněte.*
- 4. U chybných názorů se pokuste odhalit, proč vznikly.*
- 5. Vysvětlete autorům chybných názorů, kde udělali chybu. Poradte jim, jak tuto chybu napravit.*
- 6. Vymyslete text, který by mohl být v bublině s otazníkem – nezáleží na tom, jestli bude správný, nebo chybný. Může souviset s nějakým jiným správným řešením/postupem nebo nějakou další chybnou úvahou.*

Studenti pracovali samostatně, na vyplnění listů měli cca 80 minut.

Originální Concept Cartoons nemají děti na obrázcích nijak pojmenované (podobně jako na obr. 1). Při vyplňování pracovních listů s první skupinou studentů se



Obr. 3: Concept Cartoon s výsledky, nově vytvořený; obrázek prázdné tabule a dětí s prázdnými bublinami byl převzat od Dabella, Keoghové & Naylora (2008: č. 2.12)

však někteří studenti ozvali, že neví, jak se mají při vyplňování listů na jednotlivé děti z obrázků odkazovat. Nechali jsme je tedy doplnit k dětem písmena (A, B, ...) a pro další skupiny studentů jsme již připravili obrázky se jmény jako na obr. 3.

Data z pracovních listů jsme zpracovali kvalitativně, za použití otevřeného kódování (Švaříček & Šedová, 2014), soustředili jsme se na projevy znalostí obsahu a didaktických znalostí obsahu.

Podrobný rozbor části výsledků první fáze přípravné studie související se studenty druhého a třetího ročníku oboru Učitelství pro 1. stupeň ZŠ lze nalézt v (Samková & Hošpesová, 2015).

3.3.2 TVORBA CONCEPT CARTOONS PRO DRUHOU FÁZI PŘÍPRAVNÉ STUDIE

Pro druhou fázi přípravné studie jsme vytvořili 14 vlastních obrázků – některé vznikly pouhou úpravou textu jedné či více bublin v originálních Concept Cartoons (Dabell, Keogh & Naylor, 2008), jiné zcela nově. Přibyly i nové typy textu v bublinách, např. vyjádření se k podmínkám platnosti tvrzení, vyjádření se k počtu řešení, odkaz na neuvedené schéma.

Při tvorbě nových Concept Cartoons jsme do bublin umisťovali obvyklé i méně obvyklé představy žáků, rozličné postupy řešení (správné i chybné), někdy i záměrně připravené věrohodně vypadající mylné názory (viz Samková & Tichá, 2015). Inspirovali jsme se vlastními zkušenostmi z výuky, zkušenostmi kolegů i výsledky pedagogických výzkumů (Hejný & Stehlíková, 1999; Kořínek, 1965; Tichá & Macháčková, 2006; Ryan & Williams, 2011; Hansen, 2011; aj.).

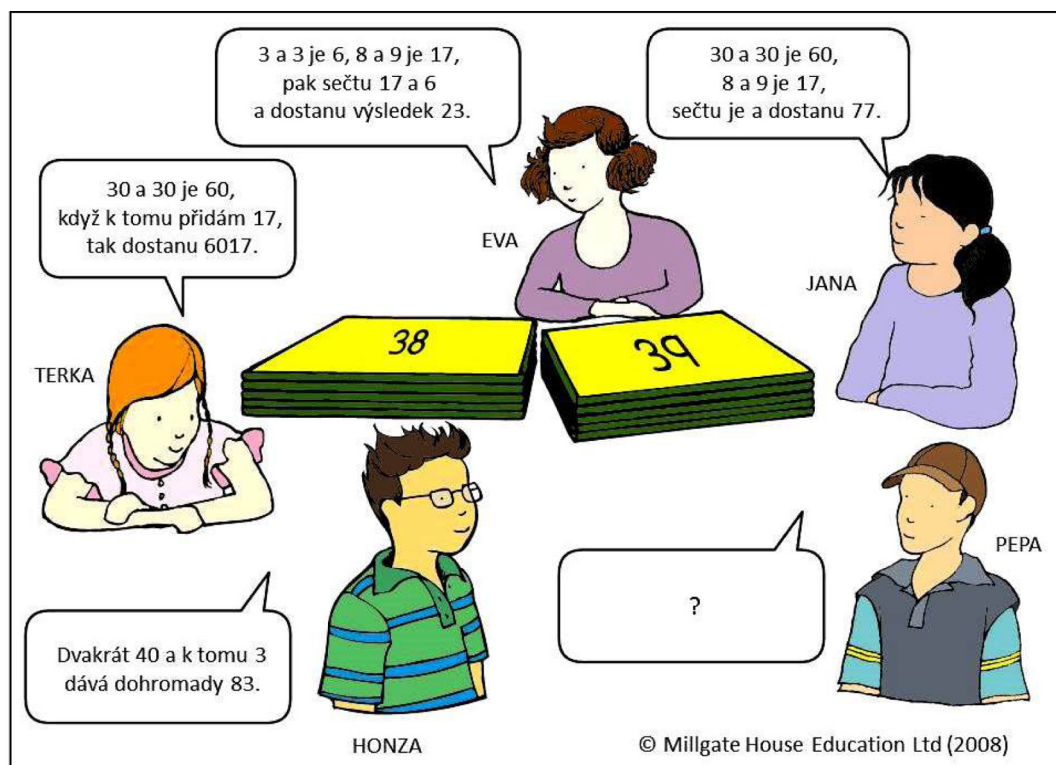
Concept Cartoon na obr. 3 byl např. vytvořen na základě výzkumu Bany, Farrella a McIntoshe (1995), jeho tvorba je podrobně popsána v příspěvku autorek Samkové, Tiché a Hošpesové (2015).

3.3.3 DRUHÁ FÁZE PŘÍPRAVNÉ STUDIE

Pracovní listy s nově vytvořenými obrázky jsme studentům předkládali za stejných podmínek jako v první fázi (viz 3.3.1). Data jsme opět zpracovali kvalitativně.

3.4 ZÁVĚRY PŘÍPRAVNÉ STUDIE

Porovnáním výsledků z první a druhé fáze přípravné studie se ukázalo, že pro zkoumání didaktických znalostí obsahu je vhodné na obrázcích Concept Cartoons kombinovat bubliny stručně naznačující postup řešení a výsledek (např. jako na obr. 4) a bubliny uvádějící pouze výsledky (např. jako na obr. 3).



Obr. 4: Concept Cartoon s postupy a výsledky; převzato z Dabella, Keoghové & Naylora (2008: č. 2.3), přidána jména, vlastní překlad

U bublin prvního typu mohou respondenti komentovat jak postupy, tak i výsledky. Mohou hledat chyby v postupech vedoucích k chybným výsledkům, ale i chyby v postupech vedoucích ke správným výsledkům.

U bublin druhého typu mohou respondenti komentovat pouze výsledky, což zjednodušuje rozhodování u správných výsledků, ale komplikuje rozhodování u chybných výsledků. Pro odpověď na otázky 4 a 5 se tak respondent musí pokusit odhadnout, jaké chybné úvahy nebo postupy by mohly uvedenému chybnému výsledku předcházet.

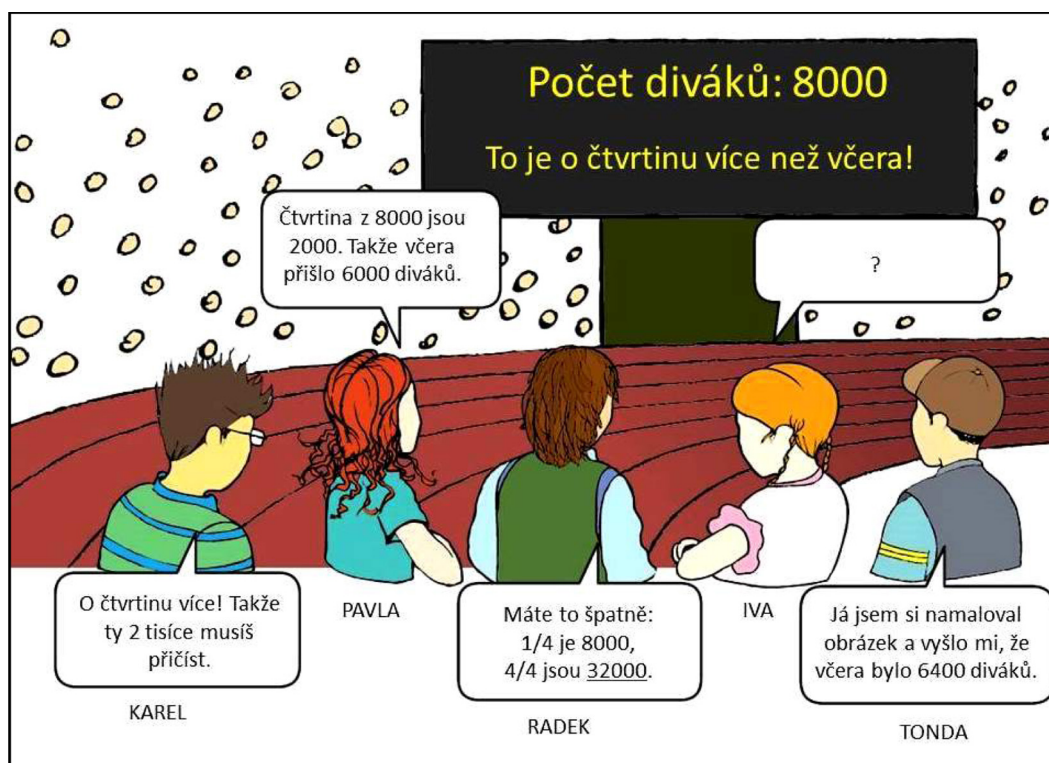
Originální Concept Cartoons mají na každém obrázku vždy bubliny jednoho typu, podrobnější rozbor dat nás však upozornil na možné obtíže související s obrázky obsahujícími pouze bubliny s výsledky: pokud byl takový obrázek založen na výpočtu (např. jako obr. 3), dost často se stávalo, že respondenti pouze porovnali výsledek výpočtu s čísly v bublinách a neprojevili snahu hledat postupy skryté za těmito čísly. Na pracovních listech pak nebyla téměř žádná relevantní data k didaktickým znalostem obsahu. Mezi obrázky tohoto typu předkládanými v rámci přípravné studie jsme našli pouze jeden, u kterého problémy s nedostatkem dat nevznikly – pravděpodobně díky tomu, že výsledky v bublinách byly všechny zapsány

pouze pomocí číslic 1 a 0, a tato neobvyklá kompozice zaujala respondenty natolik, že se rozhodli bublinám více věnovat (podrobněji o tomto obrázku viz Samková & Hošpesová, 2015).

Během přípravné studie se potvrdila rozlišovací funkce otázek 3 až 5: studenti, kteří ještě neabsolvovali žádný kurz didaktiky matematiky, pro všechny tři otázky poměrně často používali jednu společnou odpověď, ale u studentů s absolvovaným kurzem didaktiky matematiky jsme tento jev nezaznamenali.

Otázky 1 a 2 jsme původně do sady zařadili s úmyslem zjišťovat spontánní (okamžité) reakce na názory v bublinách. Na rozdíl od otázek 3 až 5, které vedou spíše k promyšleným odpovědím, otázky 1 a 2 nevyžadují žádné zdůvodnění. V souvislosti s nepředvídanými situacemi ve třídě považujeme okamžité reakce učitele na názory žáků za velice důležité. Data náležející k těmto otázkám však prokazovala poměrně vysokou míru škrtnání a přepisování – nedalo se tak s jistotou říci, zda respondenti dodržovali pořadí otázek, zdali se někteří po zodpovězení otázky 3 nevrátili k otázkám 1 a 2 a odpovědi na ně nepřepsali. Podobně by se nedaly odhalit ani případy, kdy by respondenti jako první řešili otázku 3 a až poté se vrátili k otázkám 1 a 2. Zajistit dodržování správného pořadí vyplňování odpovědí tak, aby to nepůsobilo rušivě, by ale bylo organizačně náročné. Po zvážení všech pro (mezi odpověďmi na tyto dvě otázky se objevilo několik velice zajímavých reakcí) a proti (výše uvedené nejasnosti ohledně pořadí vyplňování odpovědí) jsme se nakonec rozhodli obě otázky v sadě ponechat. Odpovědi na ně však spíše než jako spontánní reakci budeme chápat jako doplněk k odpovědi na otázku 3.

Pro vlastní výzkum jsme na základě přípravné studie vybrali čtyři originální Concept Cartoons (např. obr. 4) a čtyři jsme nově vytvořili (např. obr. 5). Z těchto obrázků bylo pět na téma přirozená čísla, dva na téma zlomky a jeden na téma desetinná čísla.



Obr. 5: Nově vytvořený Concept Cartoon, inspirovaný úlohou z publikace Řídké et al. (2015); obrázek stadiónu s prázdnou cedulí a dětí s prázdnými bublinami převzat od Dabella, Keoghové & Naylor (2008: č. 1.2)

4 VLASTNÍ VÝZKUMNÉ ŠETŘENÍ

4.1 VÝZKUMNÁ OTÁZKA

„S jakými didaktickými znalostmi obsahu v oblasti číselných oborů vstupují studenti magisterského oboru Učitelství pro 1. stupeň ZŠ do kurzů didaktiky matematiky?“

4.2 ÚČASTNÍCI VÝZKUMU

Účastníky výzkumu byli studenti 2. ročníku pětiletého magisterského studia Učitelství pro 1. stupeň ZŠ. Výzkumu se zúčastnilo 29 prezenčních studentů – celý studijní ročník. Během druhého ročníku studia tito studenti absolvovali kurz aritmetiky zaměřený na úvod do logiky, úvod do množinové logiky a na číselné obory. Kurzy z didaktiky matematiky budou studenti navštěvovat až v následujícím školním roce.

Všichni sledovaní studenti přišli na vysokou školu bezprostředně po maturitě, bez zkušeností s vlastní výukou. Nezávisle na našem výzkumu se v prvním semestru druhého ročníku vysokoškolského studia zúčastnili kurzu obecné didaktiky a týdenní náslechové praxe, ve druhém semestru týdenní asistentské praxe a úvodních kurzů didaktiky českého jazyka, přírodovědy a tělesné výchovy.

Žádný z účastníků výzkumu nebyl účastníkem přípravné studie.

4.3 ORGANIZACE VÝZKUMU

Sběr dat proběhl ve dvou fázích, uprostřed a po skončení školního roku. V každé fázi byly studentům předloženy pracovní listy se čtyřmi obrázky Concept Cartoons, se stejnými pokyny a časovými dispozicemi jako v přípravné studii (viz oddíl 3.3.1). Předkládané Concept Cartoons byly vždy zaměřeny na témata, která studenti na kurzech aritmetiky již měli probraná.

Data z pracovních listů jsme zpracovali kvalitativně, s využitím otevřeného kódování a konstantní komparace (Gavora, 2010; Švaříček & Šedová, 2014). Nejprve bylo provedeno otevřené kódování veškerého materiálu. Vzniklé kódy byly rozděleny do kategorií:

- A. rozpoznání správného/chybného tvrzení v bublině (např. kódy „správný názor považuje za chybný“, „nedokáže se rozhodnout o správnosti“, „chybí vyjádření k některé bublině“);
- B. vlastní respondentovy chyby a omyly, které se vyskytly v rámci vysvětlování a rad (např. kódy „plete si celek a část“, „chybný obrázek“, „neporozuměl zadání úlohy“);
- C. rozpoznání postupů v bublinách a jejich podstaty (např. kódy „neuvedena příčina chyby“, „porovnává svůj výsledek a bublinu“, „odhalil chybný krok“, „jasné vysvětlení“, „absurdní vysvětlení“, „nerealistická představa“, „příliš obecné“, „neúplná identifikace příčiny“);
- D. rozlišování mezi identifikací chyby, její příčinou a její nápravou (např. kódy „rozlišuje IPN“, „nerozlišuje IPN“, „jedna odpověď pro otázky 3, 4, 5“);
- E. prázdná bublina (např. kódy „nevyplněno“, „alternativní postup správný“, „alternativní postup chybný“, „nerealistické představy“, „3 a 3 je 33, 8 a 9 je 89“).⁷

⁷Kurzíva označuje kód, jehož název je citací nějakého úryvku.

- F. největší (ne)souhlas (např. kód „nejvíc nesouhlasí s Honzou“);
- G. formální zpracování (např. kódy „pečlivě dodržuje členění podle bodů“, „odpovědi píše vedle bublin“, „používá slovo číslo místo číslice“, „ $30 + 30 = 60 + 17 = 77$ “);
- H. orientace v obrázku a kontextu (např. kódy „nespojila si bubliny se jmény“, „považuje za správné dva různé výsledky početního příkladu“);
- I. zatím nezařazeno (např. kódy „zajímavé“, „nejasné“).

Byla použita metoda konstantní komparace, data byla opakovaně pročitána a v případě potřeby opatřována novými kódy, kódy byly opakovaně porovnávány s daty i mezi sebou, upravovány a přerovnávány. Pro lepší orientaci byl každý kód opatřen znaménkem „+“ nebo „-“ podle toho, jestli jemu příslušné sekvence považujeme za pozitivní nebo negativní z hlediska (didaktické) znalosti obsahu. Během procesu konstantní komparace byl přeorganizován i seznam kategorií:

- kódy z kategorie I byly průběžně upravovány a umisťovány do jiných kategorií, až byla nakonec kategorie I vyprázdněna a zrušena;
- kategorie H byla zrušena a její kódy rozděleny mezi kategorie B a G;
- kategorie G byla nakonec také zrušena a její kódy buď vyřazeny (např. kód „nespojila si bubliny se jmény“), přesunuty do kategorie D (např. kód „pečlivě dodržuje členění podle bodů“), nebo přesunuty do kategorie B (např. kód „používá slovo číslo místo číslice“);
- během jedné z úvodních fází procesu komparace vznikla také nová kategorie sdružující nově vzniklé kódy související s radami dětem (např. kódy „pěkně formulovaná rada“, „příliš obecná rada“, „rada jako popis toho, co je špatné“), ale časem byla zrušena z důvodu přílišné provázanosti s kategoriemi C a D; její kódy byly přesunuty do těchto dvou kategorií, některé duplicitně.

Do další fáze zpracování dat tak zůstaly kategorie A až F.

Kódy byly komparovány v rámci jednotlivých Concept Cartoons i mezi jednotlivými respondenty. Při druhém způsobu se opakovaně negativně projevovala nesourodost dat daná různou odezvou na různé kompozice Concept Cartoons. Pro lepší přehlednost struktury dat a kódů jsme tak systém obohatili o novou kategorii kódů – o nové kódy vyjadřující se ke kompozici obrázku (typ textů v bublinách, počet bublin se správnou odpovědí, počet řešení zobrazené úlohy, typ a množství chyb v bublinách apod.). Následné komparace byly prováděny v rámci Concept Cartoons se stejnými kompozičními kódy.

Jako kategorie s nejvyšší nasyceností dat byly identifikovány kategorie A, C a E, tedy kategorie související s tou částí didaktických znalostí obsahu, která zahrnuje:

- schopnost znát a rozpoznat různé běžné strategie řešení;
- schopnost znát a rozpoznat běžné žákovské miskoncepce a jejich pravděpodobné zdroje.

5 ZJIŠTĚNÍ VÝZKUMU

Zjištění výzkumu nejprve představíme v obecné podobě, poté je budeme ilustrovat konkrétními datovými úryvky.

5.1 OBECNÁ ZJIŠTĚNÍ

Přestože respondenty výzkumu byli studenti, kteří se ještě nezúčastnili žádného kurzu didaktiky matematiky, tak získaná data odhalila několik respondentů s didaktickými znalostmi obsahu na vysoké úrovni. Tito respondenti na pracovních listech

- uváděli různé alternativní postupy řešení (např. respondenti S4/Pepa⁸, S5/Pepa, S10/Pepa), i ty „chytré“, které výhodně využívají nějakých specifických souvislostí (např. S3/Pepa, S26/Pepa);
- poznávali různé žákovské miskoncepce (např. S9/Eva, S11/Honza, S16/Honza, S19/Honza, S30/Pavla, S31/Pavla+Radek);
- uměli nalézt chybu v postupu a jasně zdůvodnit, proč k ní došlo a jak je možné ji opravit (např. S3/Honza, S4/Pavla+Karel+Radek, S9/Honza, S16/Honza, S19/Honza);
- měli snahu hledat v chybných postupech správné kroky a na těch postavit rady dětem, tj. jejich rady byly konstruktivní (např. S3/Honza, S3/Eva, S9/Honza, S16/Honza, S19/Honza);
- vhodně využívali vizualizaci (S2/Tonda, S4/Tonda, S24/Tonda, S22/Tonda);
- dokázali správně provést zkoušku u úlohy, kterou sami neřešili, a dětem s chybnou odpovědí dokázali vysvětlit, proč jejich názor nemůže být správný (např. S6/Tonda+Pavla+Radek, S10/Pavla+Karel+Radek).

Zároveň data odhalila i respondenty s nízkou úrovní didaktických znalostí obsahu. Tito respondenti:

- jako možné alternativní žákovské postupy řešení nabízeli nerealistické mylné představy (např. S11/Iva, S29/Iva);
- jako možná vysvětlení neznámých postupů nabízeli nerealistické mylné představy (např. S1/Tonda, S21/Tonda) nebo představy zcela nesouvisející se zadáním úlohy (např. S15/Tonda);
- nesnažili se nebo nebyli schopni v chybných postupech hledat správné kroky, v důsledku toho byly jimi určené příčiny chyb a jejich rady příliš obecné (např. S13/Eva, S17/Honza);
- místo konstruktivních oprav postupu, který si zvolilo dítě, nutily dítě do jiného, „svého“ postupu (např. S18/Eva);
- měli tendenci rozhodně odmítat postupy, které sami nepochopili (např. S12/Tonda) nebo které jim připadaly moc složité (např. S11/Honza).

Někteří respondenti ve svých odpovědích vykazovali snahu rozlišovat mezi identifikací chyby, příčinou chyby a nápravou chyby. Všichni byli v této snaze poměrně úspěšní. Výhradně se jednalo o respondenty, u kterých jsme i v jiných ohledech odhalili vyšší úroveň didaktických znalostí obsahu (např. S4/Pavla+Karel+Radek, S9/Honza, S19/Honza).

Ostatní respondenti (podobně jako v přípravné studii tvořili většinu ze sledovaného vzorku) poskytovali odpovědi, které mezi identifikací, příčinou a nápravou nerozlišovaly (např. S3/Honza, S12/Tonda, S16/Honza).

U žádného z respondentů nevznikl problém s nedostatkem relevantních dat.

⁸Odkaz na datový úryvek uvedený v odd. 5.2: číslo respondenta/jméno dítěte, na které respondent v úryvku reaguje.

5.2 DATOVÉ ÚRYVKY

Výše uvedená zjištění nyní podrobně doložíme konkrétními úryvky z pracovních listů. Pro tento účel jsme vybrali data náležející ke dvěma Concept Cartoons, na kterých:

- většina bublin obsahuje postupy a výsledky;
- právě jedna bublina je správně (prázdnou bublinu nepočítáme);
- úloha má právě jeden správný výsledek.

První z obrázků je založen na úloze o sčítání dvou dvouciferných čísel. Početní úloha byla pro respondenty snadná, všichni správně určili, které výsledky v bublinách jsou správné a které chybné.

Druhý obrázek je založen na slovní úloze se zlomky. Tato úloha byla obtížnější, většina respondentů nebyla schopna určit bublinu se správným výsledkem.

Pro lepší přehlednost a srozumitelnost prezentovaných dat budeme datové úryvky třídit podle jednotlivých bublin, na které respondenti v úryvcích reagovali. Přepisy z vyplněných pracovních listů budeme uvádět ve tvaru:

číslo respondenta číslo otázky odpověď nebo část odpovědi na tuto otázku

Pokud respondent své odpovědi nečlenil podle čísel otázek, je číslo otázky v přepisu vynecháno.

5.2.1 CONCEPT CARTOON NA TÉMA SČÍTÁNÍ DVOUCIFERNÝCH ČÍSEL (OBR. 4)

Tento Concept Cartoon je překladem originálního obrázku (Dabell, Keogh & Naylor, 2008: č. 2.3). Velice se osvědčil v přípravné studii, a tak jsme ho nezměněný zařadili i do vlastního výzkumu.

Tématem tohoto obrázku je sčítání do 100, konkrétně početní příklad $38 + 39$. Obsah bublin byl vytvořen na základě jednoho obvyklého, jednoho méně obvyklého a jednoho tvůrčího žakovského postupu pro pamětné sčítání (více o různých žakovských postupech a miskonceptcích souvisejících s tímto tématem uvádí např. Hošpesová, 2003; Department for Education [DfE], 2010; Hansen, 2011).

Jedním z obvyklých postupů bývá rozklad na desítky a jednotky, desítky jako první, tj. posloupnost myšlenkových kroků $30 + 30 = 60$, $8 + 9 = 17$, $60 + 17 = 77$. Méně obvyklý je postup sčítající desítky zvlášť a jednotky zvlášť, opět desítky jako první, tj. $3 + 3 = 6$, $8 + 9 = 17$, $6 \text{ desítek} + 17 = 77$. Příkladem tvůrčího postupu je využití blízkosti obou čísel ke stejné desítce (kombinace dvojí kompenzace a dvojnásobku), tedy například posloupnost myšlenkových kroků $2 \cdot 40 = 80$, $40 - 38 = 2$, $40 - 39 = 1$, $2 + 1 = 3$, $80 - 3 = 77$.

Do jedné bubliny byl vložen postup správný, do ostatních postup s chybou v některém kroku.

HONZA

Vysokou hustotu kódů souvisejících s didaktickými znalostmi obsahu vykazovaly reakce na Honzovu bublinu obsahující tvůrčí postup s chybou v posledním kroku.

Někteří respondenti Honzův postup dokázali ocenit a upozornili ho na chybu v posledním kroku:

- S3 Honza – Fajn nápad, ale zapomněl, že při vytvoření dvou čtyřicítek zvýšil jedno číslo o 2 a druhé o 1 (celkem o 3), proto je musí od 80 ($40 + 40$, tj. $2 \cdot 40$) odečíst, nikoliv číslo ještě zvyšovat.

S16 Honza také zvolil správný postup, ale v posledním kroku udělal chybu, kdy 3 přičetl, místo odečetl.

Vysvětlení: Když přidá do jedné 40 2 navíc a do druhé 1 navíc, potom tato čísla musí od výsledku odečíst.

- S19 1) Nejvíce souhlasím s názorem Honzy (kdyby byl správně)
4) Honza si vypočítal součet nejbližších desítkových čísel, ale rozdíl neodečetl, ale přičetl.
5) Honzo, sčítal jsi větší čísla než původní, musíš tedy rozdíl odečíst, ne přičíst.

Část respondentů Honzu označila jako toho, s kým nejvíce nesouhlasí. A to i přesto, že jeho postup a chybu v něm dokázali odhalit i zdůvodnit:

- S9 2) S Honzou.
4) Honza – číslo 3 měl od celkového součtu odečíst (ne přičíst).
5) Honza – musím si uvědomit, že do 40 mi chybí 2 a do další 40 mi chybí 1 (tzn., že nemám celé 40ky a musím od nich odečíst to, co mi chybí)

S11 Honza – mohl by si udělat 2×40 , ale pak tu trojku by si musel odečíst a ne přičíst. (Honza si spletl odčítání a sčítání).

Nejvíce nesouhlasím s Honzou. Je to moc složité. Zbytečně.

Někteří respondenti sice odhalili pravděpodobnou úvahu stojící za Honzovým postupem, ale chybu v ní se nesnažili (nebo nebyli schopni) objasnit. V důsledku toho byly jimi poskytnuté rady příliš obecné:

- S17 4) Honza podle mne zaokrouhlil obě dvě čísla a ty vynásobil dvěma. Potom asi přičetl sečtená čísla, která chyběla do 40 na obou stranách (pouze domněnka).
5) Viz 4) + procvičit sčítání a odčítání

EVA

Také reakce na Evinu bublinu vykazovaly vysokou hustotu kódů souvisejících s didaktickými znalostmi obsahu.

Někteří respondenti dokázali Evin postup obhájit:

S3 Eva – Úvaha by byla bývala správná, kdyby Eva nezapomněla, že $3 + 3$ jsou z řádu desítek, nikoliv jednotek. Pak by tedy výslednou šestku přičetla pouze k jedničce z čísla 17. Dostala by výsledek 77.

Jiní se v něm nedokázali orientovat, což někdy vedlo k příliš obecným určením příčin chyb či k nucení dítěte do jiného postupu:

- S13 2) Eva.
4) Eva – neumí rozeznat desítky od jednotek.
S5 2) Rozhodně nesouhlasím s Evou.
3) Eva – nemohu sčítat čísla $3 + 3$, protože 3 je na místě desítek, tudíž je to číslo 30.
S18 4) Eva: 3 a 3 je 6 → neuvědomila si, že 3 vyjadřují počet desítek, tudíž **musí** počítat 30 a 30 je 60.

TERKA

Přestože postup Terky je z nabízených variant asi nejvíce problematický a mohl by indikovat hluboké neporozumění, mezi respondenty vyvolal nejmenší „vášně“.

Obvykle se spokojili s konstatováním, že Terka čísla místo sečtení pouze dala za sebe, ale nepřikládali tomu žádný větší význam:

S13 4) Terka – sečetla desítky zvlášť a jednotky zvlášť a myslela si, že se to píše vedle sebe.

5) Terka – 30 a 30 je správně, 17 také, ale 60 a 17 měla sečíst a ne je napsat vedle sebe.

Objevili se však i respondenti, kteří Terku uvedli jako toho, s kým rozhodně nesouhlasí:

S4 2) Terka

5) Terko, nepleť si „přidat“ a „sčítat“. V příkladu musíme sečíst 60 a 17, ne přidat.

PEPA

Do prázdné Pepovy bubliny respondenti zpravidla navrhovali různé správné alternativní postupy výpočtu součtu $38 + 39$, např. rozdělení obou sčítanců na jednotky a desítky, rozdělení druhého sčítance na desítky a jednotky a jejich postupné přičítání k prvnímu sčítanci, písemné sčítání, vyrovnání, využití blízkosti sčítanců a dvojnásobku menšího z nich, opravený Honzův postup:

S5 6) Nejprve sečtu řády $10, 30 + 30 = 60$, poté sečtu řády jednotek, $8 + 9 = 17$. Poté tyto čísla sečtu, $60 + 17$ a dostanu číslo 77.

S10 6) $2 \cdot 30 = 60$, k tomu 9 je 69 a pak ještě 8 $\Rightarrow 77$

S11 6) $38 + 30 = 68, 68 + 9 = 77$

S26 6) Z čísla 38 si jedničku půjčím a přidám jí k číslu 39 $\Rightarrow 40 + 37 = 77$. Lépe se to počítá, protože tam není přechod přes desítku.

S3 6) 38 a do 40 zbývají 2, které si půjčím z 39. Takže mi zbyde $40 + 37 = 77$.

S4 6) $(38 \cdot 2) + 1 = 77$

S18 6) Dvakrát 40 a odečteme 3.

Respondenti, kteří do bubliny navrhli nesprávný postup, nabízeli různé miskoncepce související s rolí číslic a řádů v desítkové soustavě:

S23 6) $(3 + 3) = 6$
 $(8 + 9) = 17$
 $38 + 39 = 617$

S16 6) $\begin{array}{r} 38 \\ 39 \\ \hline 67 \end{array}$

Žák může zapomenout připočíst jedničku ve druhém kroku, kdy $8 + 7 = 17$, 7 píšu, 1 si pamatuju \rightarrow zapomene na ni, výsledek mu vyjde o 10 menší

Některé miskoncepce se na první pohled podobaly postupům Evy nebo Terky:

S28 6) 3 a 8 je 11, 3 a 9 je 12, pak sečtu 11 a 12 a dostanu výsledek 23

S27 6) 3 839 \rightarrow složím nové číslo

5.2.2 CONCEPT CARTOON NA TÉMA ZLOMKY (OBR. 5)

Tento Concept Cartoon byl respondentům předložen během druhé fáze výzkumu. Je nově vytvořený, inspirovaný jednou z méně úspěšných maturitních úloh.⁹ Podobné úlohy je možné nalézt i v přijímacích zkouškách na víceletá gymnázia (srov. Scio, 2008: s. 31, př. 16).

Z originální sady Concept Cartoons bylo použito pouze pozadí obrázku s dětmi a prázdnými bublinami (Dabell, Keogh & Naylor, 2008: č. 1.2).

Při tvorbě jsme nově použili takovou kombinaci typů textů v bublinách, která se v originální sadě Concept Cartoons nevyskytuje: tři bubliny obsahují postup řešení a výsledek (chybný), čtvrtá bublina obsahuje jen výsledek (jediný správný) a odkaz na neznámý obrázek, který prý dítěti pomohl při řešení. Obsahy bublin byly vytvořeny na základě rozboru maturitních výsledků (Řídká et al., 2015) a na základě mylných představ žáků uvedených v publikaci Tiché a Macháčkové (2006). Bublina vlevo nahoře obsahuje nejčastěji se vyskytující mylný názor.

Na rozdíl od úlohy z předchozího obrázku bylo pro respondenty obtížné tuto úlohu správně vyřešit, odpovědi na otázku 3 tak byly dvojího typu: souhlas s Pavlou nebo souhlas s Tondou.¹⁰

PAVLA VS. TONDA

Respondenti, kteří souhlasili s Pavlou, často rozhodně nesouhlasili s Tondou. Někteří z nich zároveň přiznali, že je to z toho důvodu, že Tondovi vůbec nerozumí, že nechápou, jakým postupem mohl k číslu 6 400 dojít:

S12 2) Nesouhlasím s Radkem a Tondou.

3)=4)=5) Tondův názor není správný. Jeho uvažování jsem zcela nepochopila.

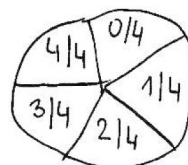
Část respondentů uváděla opravdu zvláštní vysvětlení toho, jak Tonda mohl dojít ke svému výsledku:

S15 4)=5) Tonda počítal $80 \cdot 80$.

S1 Tonda – tento názor je nejvíce chybný → nejprve odečetl čtvrtinu (2000) a poté přičetl z každé čtvrtiny 100

S21 4) Tonda – zřejmě si dělal „koláč“ a do počtů započítal i nulu → tedy výsledek mu vyšel $8\,000 - 1\,600 = 6\,400$

Respondent S21 doplnil svou úvahu obrázkem (obr. 6).



Obr. 6: Ukázka z pracovního listu (S21)

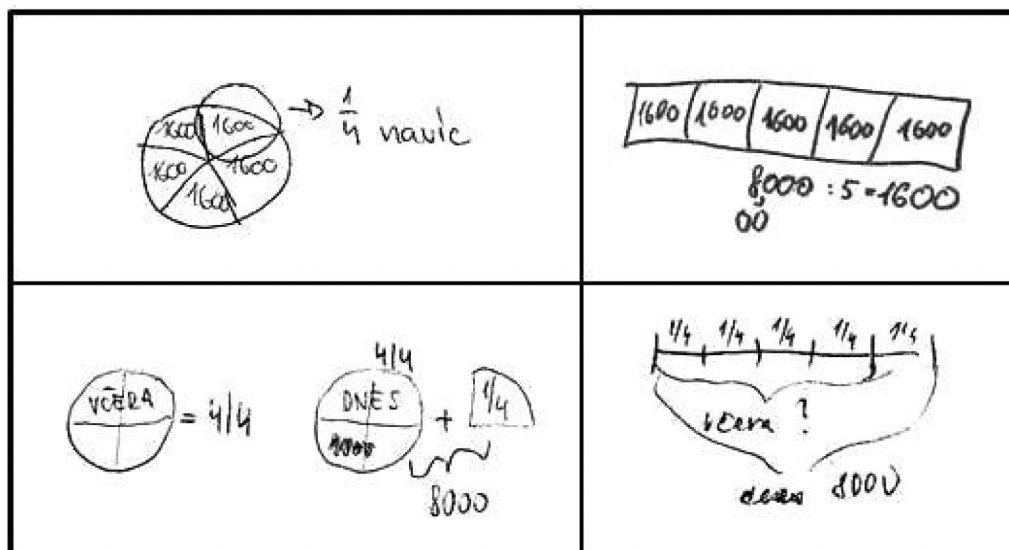
⁹Text úlohy: „Na koncert přišlo 800 osob, tedy o čtvrtinu osob více, než organizátoři očekávali. Vypočtete, kolik osob organizátoři očekávali.“ (Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání, 2015: s. 2); úspěšnost úlohy při maturitě 33 procent, nejčastější chybná odpověď „600 osob“ (Řídká et al., 2015).

¹⁰Naši respondenti byli o něco úspěšnější než maturanti, s Tondou jich souhlasilo 41 procent, zbylých 59 procent souhlasilo s Pavlou.

Objevily se i popisy velice pravděpodobných způsobů, jak by Tonda mohl postupovat, avšak tyto postupy jejich autoři zároveň odmítli jako nesprávné:

- S9 2) Tonda
- 4) Tonda – nejspíš si namaloval obrázek, kde měl čtyři čtvrtiny a tu jednu ještě přičetl, tudíž částku 8 000 dělil 5.
- 5) Tonda – namaluj si obrázek a ten počet 8 000 rozdělíš do kolika dílů, když chceš zjistit $1/4$?

Respondenti, kteří s Tondou souhlasili, podpořili svůj souhlas různě. Někteří nabídli obrázek (viz obr. 7), jiní si sami vyřešili úlohu bez obrázku a porovnali svůj výsledek s Tondovým.



Obr. 7: Ukázky ze čtyř různých pracovních listů, na kterých respondenti souhlasili s Tondou (S24, S4, S22 a S2)

Respondenti souhlasící s Tondou pak zpravidla uměli nalézt chyby v postupech ostatních dětí a zdůvodnit, proč k nim došlo, případně jak je možné chyby opravit:

- S30 4) Pavla si neuvědomila, že se ta čtvrtina počítá z předchozího celku. Že dnes je diváků včerejší celek + jeho čtvrtina = 8 000
- S31 4) Karel – vycházel z čísla 8 000, tedy z dnešního počtu diváků, ne ze včerejšího
Pavla – totéž jako Karel
- S4 4) Pavla – Přičítala **čtvrtinu z dnešního** místo ze včerejšího.
Radek – Počítal, že dnes **je čtvrtina** ze včera, ne **o čtvrtinu více**.
- 5) Pavla, Karel – Počítáme o čtvrtinu více **než včera**, takže si musíme spočítat $1/4$ ze včerejška, pomohl by Tondův obrázek, to by chybu napravilo.¹¹
Radek – Přečti si pozorně zadání: čtvrtina z něčeho \neq o čtvrtinu více

Mezi respondenty byli i takoví, kteří úlohu vůbec neřešili. Správnost Tondova výsledku ověřili zkouškou a u ostatních postupů uvedli důvody, proč si myslí, že jsou chybné:

¹¹Tondův obrázek od respondenta S4 je na obr. 7 vpravo nahoře

- S10 3) Tonda – správně, $6\,400 + \text{čtvrtina} = 8\,000$
 Pavla – čtvrtina ze včerejšího počtu, ne dnešního
 Radek – špatně, když včera bylo nějaké množství a dnes o $1/4$ více, tak včera nemohlo být více lidí než dnes (větší číslo – 32 000 – hloupost)
- S6 3) Pavla – kdyby včera přišlo 6 000 diváků, jedna čtvrtina z nich by byla 1 500. Což nám nedá 8 000, ale pouze 7 500.
 Karel – kdyby přišlo 8000 diváků včera, byla by jedna čtvrtina 2 000 a ty bychom dnes přičetli. 8 000 diváků přišlo ale až dnes.
 Radek – kdyby byla pravda to, co říkal, v zadání by bylo psáno: Počet diváků: 8 000, to je čtvrtina.

Iva

Obsah Iviny bubliny závisel na výsledku, který respondent považoval za správný. Respondenti, kteří považovali za správný Tondův výsledek, obvykle nabízeli „nápovědu“ k Tondovu výsledku:

S10 6) $8\,000$ je $5/4$

S22 6) Myslím, že včera bylo o 1 600 diváků méně.

S4 6) Je to 6 400, protože podle obrázku je to $4/5$ z 8 000.

Respondenti, kteří považovali za správný Pavlin výsledek, obvykle nabízeli obrázek ilustrující její postup – koláč rozdělený na čtvrtiny (S16, S18) nebo „nápovědu“ o 8 000 jako $4/4$ (S12). Někteřím ani pokus o použití alternativního postupu nepomohl k odhalení vlastní miskoncepce:

S28 6) x diváků ... včera
 $x + 1/4d$... 8 000
 $8\,000 : 4 = 2\,000$
 $2\,000 \cdot 3 = 6\,000$

V odpovědích se objevily i nerealistické mylné představy:

S29 6) Čtvrtina z 8 000 je 6 000, takže včera přišlo jen 2 000 diváků.

S11 6) Včera přišlo 4 000 lidí. Protože $1/4$ je 4 000.

Na rozdíl od prvního obrázku Concept Cartoon (oddíl 5.2.1) se mezi návrhy na obsah prázdné Iviny bubliny vůbec nevyskytovaly alternativní postupy řešení.

6 DISKUSE

Výsledky našeho výzkumného šetření jsou v souladu s poznatky obdobných šetření zabývajících se didaktickými znalostmi obsahu. Podobně jako ve studiích (Krauss, Baumert & Blum, 2008; Kleickmann et al., 2013) jsme ukázali, že neformální základy didaktických znalostí obsahu mohou někteří budoucí učitelé úspěšně získávat z vlastních zkušeností v roli žáka/studenta na základní škole, střední škole a během nedidaktických univerzitních kurzů, tedy již před univerzitními kurzy didaktiky matematiky a před vlastní pedagogickou praxí.

Někteří naši respondenti prokázali dobré znalosti učebních úloh (různých způsobů jejich řešení) a žákových miskoncepí. Zároveň však výzkum odhalil i respondenty, kteří nejsou schopni rozlišovat mezi identifikací chyby, příčinou chyby a nápravou chyby a kteří mají o možném uvažování žáků nerealistické mylné představy. Tyto skutečnosti odpovídají výsledkům podobných výzkumů zaměřených na didak-

tické znalosti obsahu u budoucích učitelů 1. stupně (např. Turnuklu & Yesildere, 2007).

Zjištění našeho šetření odkazují na didaktické znalosti obsahu vztahující se ke všem číselným oborům v rozsahu odpovídajícím 1. stupni ZŠ (k přirozeným číslům, k operacím s přirozenými čísly, k desetinným číslům, k operacím s desetinnými čísly, k celým číslům, k operacím s celými čísly a ke zlomkům). V tomto rysu se šetření podobá například studiím prováděným v rámci projektu COACTIV (přehled studií viz Krauss, Baumert & Blum, 2008), který ale sledoval jinou skupinu respondentů – učitele matematiky na 2. stupni ZŠ a na nižších stupních víceletých gymnázií a jejich žáky. Takový přístup nebývá běžný, většina doposud provedených výzkumů didaktických znalostí obsahu se soustředila pouze na jedno dílčí matematické téma (např. násobení zlomků; podrobněji viz přehled výzkumu v Depaepe et al., 2013).

Podobně jako např. ve studiích (Ball, Lubienski & Mewborn, 2001; Depaepe et al., 2015) se v naší studii potvrdil úzký vztah mezi znalostmi obsahu a didaktickými znalostmi obsahu, neboť u úlohy s nižšími nároky na znalosti obsahu jsme zaznamenali více typů pozitivních projevů didaktické znalosti obsahu (nabídky různých správných alternativních postupů, snaha hledat v chybných postupech správné kroky a na těch postavit rady dětem), kdežto u úlohy s vyššími nároky na znalosti obsahu bylo odhaleno mnohem více typů projevů nedostatečné didaktické znalosti obsahu (nabídky alternativních postupů v podobě nerealistických mylných představ, vysvětlení neznámých postupů vybudovaná na základě nerealistických mylných představ nebo představ zcela nesouvisejících se zadáním úlohy).

Jako výzkumný nástroj jsme použili prostředí obrázků Concept Cartoons. Ukázalo se, že obrázky opatřené sadou doprovodných otázek mohou být vhodným nástrojem pro zkoumání didaktických znalostí obsahu, hlavně v oblastech souvisejících se znalostí učebních úloh a se znalostí žákových poznávacích procesů (srov. Kleickmann et al., 2013). V souladu se studiemi (Keogh & Naylor, 1999) a (Naylor, Keogh & Downing, 2007) se také potvrdila schopnost obrázků Concept Cartoons podněcovat řešitele obrázku k přednesení vlastního názoru na texty v bublinách a k odpovědím na otázky, i když na rozdíl od původních studií jsme Concept Cartoons použili v jiných kontextech: v matematice a v písemné podobě.

Využívání obrázkových prostředí k výzkumu didaktických znalostí obsahu nebývá běžné, často se v souvislosti s nimi objevují otázky, zdali obrázků nepůsobí spíše rušivě a neodvádí pozornost, zda pro zkoumání znalostí není lepší používat pouze písemné přepisy rozhovorů dětí (tj. soupisy různých alternativ podobně jako v ukázkách v oddíle 1.3). V této souvislosti jsou zajímavá zjištění nedávno realizovaných výzkumných šetření, která se zabývala reakcemi budoucích učitelů na různé formáty reprezentující výukové situace (Herbst & Kosko, 2013; Herbst, Aaron & Erickson, 2013; Friesen & Kuntze, 2016). Během těchto šetření byly učitelům předkládány ke komentování situace z výuky matematiky v různých formátech: videozáznamy, inscenované videozáznamy, obrázkové komiksy (sady na sebe navazujících obrázků s názory žáků a někdy i učitelů) a texty (přepisy dialogů). Analýza dat neodhalila žádné podstatné rozdíly mezi jednotlivými formáty z hlediska kvality reakcí respondentů (tj. z pohledu kódování), nebyl odhalen ani žádný vliv zvoleného formátu na obtížnost úkolu.

Obrázky Concept Cartoons jsme použili pro zjišťování reakcí budoucích učitelů na různé alternativní názory žáků, v jistém smyslu jsme tak vlastně u respondentů zkoumali neformální základy jejich schopnosti všimnout si (Stehlíková, 2010), a to konkrétně její kategorii související s komentováním žákových promluv (kategorie *pupil commentary*; Vondrová & Žalská, 2015).

Studie (Depaepe et al., 2015) vytýká některým předchozím studiím zabývající se didaktickými znalostmi obsahu, že nezkoumají didaktické znalosti obsahu nezávisle na znalostech obsahu, tj. že respondenti nejprve řeší nějakou úlohu, aby prokázali své znalosti obsahu, a potom se v kontextu té samé úlohy vyjadřují k záležitostem souvisejícím s didaktickými znalostmi obsahu. Dle názoru autorů studie tato závislost negativně ovlivňuje data související s didaktickými znalostmi obsahu. Při použití obrázků Concept Cartoons k žádné podobné závislosti nedochází, neboť vyřešení úlohy není požadováno, a tak respondenti mohou prokázat své didaktické znalosti obsahu i v případě, že úlohu neumí vyřešit – například tak, že správně provedou zkoušku výsledků nabízených dětmi, nebo že nezávisle na (jim neznámém) řešení úlohy dokážou dětem vysvětlit, proč některé postupy nemohou být správné.

Významnou komponentou obrázků Concept Cartoons je prázdná bublina, která umožňuje získat vhled do znalostí alternativních postupů a možných žákových miskoncepcí. Spektrum odpovědí našich respondentů bylo skutečně pestré, ale při zpětném pohledu na získaná data je vidět, že odpovědi byly zbytečně limitovány požadavkem uvést (pouze) jednu alternativu, která by mohla v prázdné bublině být (správnou, nebo chybnou). Potenciál této komponenty Concept Cartoons tak nebyl zdaleka vyčerpán. Pro další šetření by bylo vhodné nechat se inspirovat testovými úlohami ze studie (Kleickmann et al., 2013) a otázku související s prázdnou bublinou rozdělit na dvě části a přeformulovat tak, aby respondenty vyzývala k uvedení co největšího množství možných alternativních postupů a co největšího množství možných žákových miskoncepcí. Takový přístup by pak mohl umožnit srovnání získaných dat např. s výzkumem (Tirosh, 2000), v rámci kterého byly odhaleny obtíže, jež mají budoucí učitelé s předvídáním chyb svých žáků. Výzkum zabývající se didaktickými znalostmi obsahu souvisejícími s dělením zlomků mj. ukázal, že ti budoucí učitelé, kteří jsou schopni chyby žáků předvídat, většinou předvídají jen procedurální chyby, tedy chyby v algoritmech nebo chyby na algoritmech založené. Naše data bohužel závěry tohoto typu neumožňují, protože respondenti do prázdných bublin nabízeli spíše alternativní správné postupy nebo rady, a tak je dat souvisejících s předvídáním chyb žáků velmi málo.

Poněkud problematickými se po přípravné studii jeví otázky zjišťující, s kterým dítětem na obrázku respondent nejvíce (ne)souhlasí. Otázky byly původně do sady zařazeny s úmyslem zkoumat spontánní reakce na názory v bublinách, neboť byly předkládány jako první v pořadí a nevyžadovaly po respondentech žádné zdůvodnění odpovědi. Při pročitání vyplněných pracovních listů však nebylo možné zkontrolovat, zda odpovědi na ně byly skutečně vypracovávány jako první, a tak ve vlastní studii otázky zůstaly jen jako zdroj dat obohacujících odpovědi na otázky, jež zdůvodnění vyžadovaly. Po zkušenostech z vlastního šetření a s jistým časovým odstupem lze konstatovat, že zařazení těchto otázek bylo pro šetření přínosem, ale že je třeba se také vrátit k původnímu úmyslu zkoumat spontánní reakce respondentů na názory v bublinách. Ve studiích (Krauss & Brunner, 2008; Pankow et al., 2016) bylo pro obdobné účely využito počítačové prostředí. V první studii se respondentům postupně na monitoru objevovaly matematické úlohy s žákovou odpovědí a úkolem respondentů bylo se co nejrychleji rozhodnout, zda žák odpověděl správně, nebo špatně. V druhé studii bylo úkolem respondentů předvídat u úloh zobrazovaných na monitoru typické žákovské chyby. Taková počítačová uspořádání umožňovala zaznamenávat i časy, které respondenti potřebovali na svá rozhodnutí, a dávat je do souvislosti s obtížností úloh, se správností odpovědí jednotlivých respondentů apod. Jedním z dalších možných rozšíření našeho výzkumného šetření by tak mohlo být rozdělení sběru dat na dvě oddělené etapy: v první etapě předložit responden-

tům Concept Cartoons pouze s otázkami na to, s kterým dítětem respondent nejvíce souhlasí a s kterým nejvíce nesouhlasí, s velmi krátkým časovým limitem na odpovědi a možným využitím počítače; v druhé etapě pak předložit Concept Cartoons ve formě popisované v naší studii. Podobný etapový přístup byl zvolen ve výzkumném šetření (Depaepe et al., 2015), kde byly respondentům v oddělených etapách předkládány dvojice souvisejících úloh, vždy v jedné etapě úloha testující znalosti obsahu a v té druhé úloha testující didaktické znalosti obsahu.

7 OMEZENÍ VÝZKUMU

Předložený výzkum má několik omezení:

- zkoumaný vzorek je relativně malý a výsledky výzkumu platí právě jen pro něj, není možné je zobecňovat;¹²
- zkoumány jsou jen některé komponenty didaktických znalostí obsahu, zcela opomenuty tak zůstávají znalosti související s cíli vyučování, s kurikulem a s výukovými strategiemi, znalosti reprezentací jsou zkoumány pouze částečně;
- samotné Concept Cartoons jsou určitým omezením, neboť poskytují pouze úzký statický pohled na didaktické situace, ke kterým může ve třídě dojít;
- výzkum je zaměřen kognitivně a nikterak nezohledňuje afektivní aspekty (osobnost učitele, jeho vztah k matematice a matematickému vzdělávání apod.);
- vzhledem k písemné podobě pracovních listů mohla být některá tvrzení respondentů při analýze dat nesprávně interpretována a není možné jednoznačně odlišit případy, kdy respondent neuměl reagovat na nějakou zobrazenou situaci, od případů, kdy se nesnažil nebo úmyslně nechtěl reagovat.

8 ZÁVĚR

Přes výše uvedená omezení považujeme předložený výzkum za relevantní sondu do didaktických znalostí obsahu budoucích učitelů. Získané výsledky poskytují přehled o jednotlivých respondentech, o jejich reakcích na hypotetické názory žáků v různých matematicky zaměřených situacích.

Předložená studie je součástí dlouhodobého projektu, výzkum se stejnými respondenty pokračuje. Budeme sledovat, jak se na datech získaných prostřednictvím Concept Cartoons projeví vliv absolvovaného kurzu didaktiky, a konfrontovat získané poznatky s videozáznamy pořízenými během studentských vystoupení při průběžných pedagogických praxích.

PODĚKOVÁNÍ

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

¹²Zároveň je však třeba připomenout, že výzkumu se zúčastnili všichni studenti z daného studijního ročníku – v tomto smyslu jsou data reprezentativní.

LITERATURA

- Ball, D. L., Lubienski, S. T. & Mewborn, D. S. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge. In V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching* (433–456). New York: Macmillan.
- Bana, J., Farrell, B. & McIntosh, A. (1995). Error patterns in mental computation in years 3–9. In B. Atweh & S. Flavel (Eds.), *Galtha: Conference Proceedings of the 18th Annual Conference of MERGA* (51–56). Darwin: MERGA.
- Berg, E. van den. (2013). Didaktická znalost obsahu v laboratorní výuce: Od práce s přístroji k práci s myšlenkami. *Scientia in educatione*, 4(2), 74–92.
- Berg, E. van den. (2014). Learning to investigate with concept cartoons. In V. Koudelková & L. Dvořák (Eds.), *Dílňky Heuréky 2013* (7–13). Praha: Nakladatelství P3K.
- Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání (2015). *Matematika – Didaktický test MAMZD15C0T04*. Dostupné z <http://www.novamaturita.cz/zadani-pisemnych-zkousek-podzim-2015-1404037935.html>
- Dabell, J. (2008). Using Concept Cartoons. *Mathematics Teaching*, 209, 34–36.
- Dabell, J., Keogh, B. & Naylor, S. (2008). *Concept Cartoons in Mathematics Education*. Sandbach: Millgate House Education.
- Department for Education (2010). *Teaching children to calculate mentally*. STEM learning resources. Dostupné z <http://stem.org.uk>
- Depaepe, F., Torbeyns, J., Vermeersch, N., Janssens, D., Janssen, R., Kelchtermans, G., Verschaffel, L. & Van Dooren, W. (2015). Teachers' content and pedagogical content knowledge on rational numbers: a comparison of prospective elementary and lower secondary school teachers. *Teaching and Teacher Education*, 47, 82–92.
- Depaepe, F., Verschaffel, L. & Kelchtermans, G. (2013). Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. *Teaching and Teacher Education*, 34, 12–25.
- Friesen, M. & Kuntze, S. (2016, srpen). *Teacher students analyse texts, comics and video-based classroom vignettes regarding the use of representations — Does format matter?* Příspěvek přednesený na mezinárodní konferenci PME, Szeged, Maďarsko.
- Fronek, J. (1999). *Anglicko-český, česko-anglický slovník*. Praha: LEDA.
- Gavora, P. (2010). *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Hansen, A. (Ed.) (2011). *Children' errors in mathematics. Understanding common misconceptions in primary schools*. London: SAGE.
- Hejnová, E. (2013, duben). Konceptuální úlohy pro aktivní učení na základní škole. Příspěvek prezentovaný na konferenci Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6, Kašperské Hory.
- Hejný, M. & Stehlíková, N. (1999). Zkoumání číselných představ dítěte a žáka. *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, 44(2), 148–167.
- Herbst, P., Aaron, W. & Erickson, A. (2013). *How preservice teachers respond to representations of practice: A comparison of animations and video*. Příspěvek přednesený na konferenci AERA, San Francisco, USA.

- Herbst, P. & Kosko, K. W. (2013). Using representations of practice to elicit mathematics teachers' tacit knowledge of practice: a comparison of responses to animations and videos. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 17(6), 515–537.
- Hošpesová, A. (2003). *Procesuální a pojmové myšlení ve vytváření aditivní poznatkové struktury*. [Habilitation work]. Olomouc: Univerzita Palackého, Pedagogická fakulta.
- Janík, T. (2004). Význam Shulmanovy teorie pedagogických znalostí pro oborové didaktiky a pro vzdělávání učitelů. *Pedagogika*, 54(3), 243–250.
- Janík, T. et al. (2007). *Pedagogical content knowledge nebo didaktická znalost obsahu?* Brno: Paido.
- Janík, T. (2009). *Didaktické znalosti obsahu a jejich význam pro oborové didaktiky, tvorbu kurikula a učitelské vzdělávání*. Brno: Paido.
- Keogh, B. & Naylor, S. (1993). Learning in science: another way in. *Primary Science Review*, 26, 22–23.
- Keogh, B. & Naylor, S. (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science: an evaluation. *International Journal of Science Education*, 21(4), 431–446.
- Keogh, B., Naylor, S., Boo, M. de & Feasey, R. (1999). *The use of concept cartoons as an auditing tool in initial teacher training*. Příspěvek prezentovaný na konferenci ESERA, Kiel, Německo.
- Kittler, J. (1994). *Matematika pro 1. ročník základní školy, učebnice*. Praha: Matematický ústav AV ČR.
- Kleickmann, T., Richter, D., Kunter, M., Elsner, J., Besser, M., Krauss, S. & Baumert, J. (2013). Teachers' content and pedagogical content knowledge: the role of structural differences in teacher education. *Journal of Teacher Education*, 64, 90–106.
- Kořínek, M. (1965). K otázce spojů v nižších ročnících ZDŠ. *Pedagogika*, 15(6), 691–705.
- Krauss, S., Baumert, J. & Blum, W. (2008). Secondary mathematics teachers' pedagogical content knowledge and content knowledge: validation of the COACTIV constructs. *ZDM Mathematics Education*, 40, 8 873–8 892.
- Krauss, S. & Brunner, M. (2008). Professionelles Reagieren auf Schülerantworten: Ein Reaktionszeittest für Mathematiklehrkräfte. In E. Vásárhelyi (Ed.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2008. Vorträge auf der 42. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 13. 3. bis 18. 3. 2007 in Budapest*. (400–403). Münster: WTM-Verlag.
- Kuřina, F. (2011). Tři pokusy řešit neřešitelné. *Pedagogika*, 61(1), 5–12.
- Kuřina, F. (2012). Didaktické znalosti obsahu a matematické vzdělávání učitelů. *Pedagogická orientace*, 22(2), 162–180.
- Minárechová, M. (2014). Využitie metódy concept cartoons©pri modifikácii žiackych predstáv o prírodných javoch. *PEDAGOGIKA.SK*, 5(2), 137–159.
- Naylor, S. & Keogh, B. (2007). Active assessment: thinking, learning and assessment in science. *School Science Review*, 88(325), 73–79.
- Naylor, S. & Keogh, B. (2010). *Concept Cartoons in Science Education, 2nd Edition*. Sandbach: Millgate House Education.
- Naylor, S. & Keogh, B. (2013). Concept Cartoons: What have we learnt? *Journal of Turkish Science Education*, 10(1), 3–11.
- Naylor, S., Keogh, B. & Downing, B. (2007). Argumentation and primary science. *Research in Science Education*, 37, 17–39.

- Pankow, L., Kaiser, G., Busse, A., König, J., Blömeke, S., Hoth, J. & Döhrmann, M. (2016). Early career teachers' ability to focus on typical students errors in relation to the complexity of mathematical topic. *ZDM*, 48(1–2), 55–67.
- Rowland, T., Huckstep, P. & Thwaites, A. (2005). Elementary teachers' mathematics subject knowledge: the knowledge quartet and the case of Naomi. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8, 255–281.
- Rowland, T., Thwaites, A. & Jared, L. (2016). *Analysing secondary mathematics teaching with the knowledge quartet*. Příspěvek přednesený na mezinárodní konferenci ICME-13, Hamburg, Německo.
- Rowland, T., Turner, F., Thwaites, A. & Huckstep, P. (2009). *Developing primary mathematics teaching. Reflecting on practice with the knowledge quartet*. London: SAGE.
- Rowland, T., Turner, F. & Thwaites, A. (2014). Research into teacher knowledge: a stimulus for development in mathematics teacher education practice. *ZDM Mathematics Education*, 46, 317–328.
- Ryan, J. & Williams, J. (2011). *Children's mathematics 4–15. Learning from errors and misconceptions*. Berkshire: Open University Press.
- Řídká, E. et al. (2015, září). *Současný stav maturit z matematiky*. Příspěvek na LXIV. Akademickém Fórumu Odborné skupiny Organizace výzkumu České fyzikální společnosti JČMF, Praha.
- Samková, L. & Hošpesová, A. (2015). Using Concept Cartoons to investigate future teachers' knowledge. In K. Krainer & N. Vondrová (Eds.), *Proceedings of CERME 9 (3241–3247)*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.
- Samková, L. & Tichá, M. (2015). Investigating future primary teachers' grasping of situations related to unequal partition word problems. In C. Sabena & B. Di Paola (Eds.), *Quaderni di Ricerca in Didattica (Mathematics), n. 25, Supplemento n. 2. Proceedings CIEAEM 67, Teaching and learning mathematics: resources and obstacles (295–303)*. Palermo, Italy: G.R.I.M.
- Samková, L., Tichá, M. & Hošpesová, A. (2015). Error patterns in computation in Concept Cartoons. In J. Novotná & H. Moraová (Eds.), *International Symposium Elementary Maths Teaching SEMT '15. Proceedings (390–391)*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.
- Scio (2008). *Testy z víceletých gymnázií 2009 – matematika*. Brno: Didaktis.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching. Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Stehlíková, N. (2010). Interpretace některých didakticko-matematických jevů u studentů učitelství a u učitelů matematiky. *Pedagogika*, 60(3–4), 303–313.
- Švaříček, R. & Šedřová, K. (2014). *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Praha: Portál.
- Tichá, M. & Macháčková, J. (2006). Rozvoj pojmu zlomek ve vyučování matematice. In *Podíl učitele matematiky ZŠ na tvorbě ŠVP: Studijní materiály k projektu*. Praha: JČMF. [CD-ROM]
- Tirosh, D. (2000). Enhancing prospective teachers' knowledge of children's conceptions: the case of division of fractions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31, 5–25.

Trnová, E., Janko, T., Trna, J. & Pešková, K. (2016). Typy vzdělávacích komiksů a analýza jejich edukačního potenciálu pro přírodovědnou výuku. *Scientia in educatione*, 7(1), 49–64.

Turnuklu, E. B. & Yesildere, S. (2007). The pedagogical content knowledge in mathematics: pre-service primary mathematics teachers' perspectives in Turkey. *Issues in the Undergraduate Mathematics Preparation of School Teachers*, 1, 1–13.

Vondrová, N. & Žalská, J. (2015). Ability to notice mathematics specific phenomena: What exactly do student teachers attend to? *Orbis Scholae*, 9(2), 77–101.

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

Etické a bezpečnostní aspekty využívání ICT ve výuce chemie

Dagmar Stárková, Martin Rusek

Abstrakt

Informační a komunikační technologie (ICT) jsou v dnešní době nedílnou součástí edukačního procesu. Při jejich používání je mimo efektivitu zapotřebí zohledňovat i možná etická a bezpečnostní rizika, která s sebou využívání moderních technologií přináší. Pro učitele i žáky je důležitá znalost a důležitost pravidel bezpečného, legálního a morálního užívání ICT zejména v prostředí internetové sítě. Konkrétně jde o základní etické kodexy a legislativní rámec, ale i schopnost je správně aplikovat.

Příspěvek se věnuje výsledkům dotazníkového šetření kategorizujícího učitele na základě jejich postojů k využívání ICT ve výuce chemie. Následně provedeným šetřením autoři zjišťují, jakým způsobem inovativní učitelé zohledňují problematiku počítačové etiky a bezpečnosti ve své výuce. Z odpovědí respondentů vyplývá, že ICT nacházejí ve výuce chemie své místo prostřednictvím komunikace, vyhledávání informací, nebo jen procvičování znalosti prostřednictvím online testů, aplikací nebo her. Z hlediska počítačové etiky jsou učiteli zmiňovány citace elektronických zdrojů. Další části etiky zůstávají upozaděny (např. síťová etika či autorský zákon). Bezpečnostní aspekty pak učiteli nejsou dostatečně zohledňovány.

Klíčová slova: ICT ve výuce chemie, inovace, etika.

Ethical and Safety Aspects of the Use of ICT in Chemistry Education

Abstract

Information and communication technology (ICT) has become an integral part of education. This brings not only a question of the efficiency of these technologies, but also of the possible ethical and safety risk related to them. For teachers and students, it is important not only to be familiar with safety rules and the legal and moral principles underlying the use of ICT (especially on the Internet), but also to be capable of applying them correctly. This concerns above all the basic ethical codes and legislative framework.

The paper is based on a survey which sought to categorize teachers according to their attitudes towards the use of ICT in chemistry education. A follow-up qualitative inquiry then seeks to survey the strategies the innovative teachers incorporate in terms of computer ethics and safety risk when using ICT in education. The respondents' answers indicate that ICT is seen as an indisputable part of chemistry education. The results suggest that students use the Internet network to communicate, search for information, or to practice knowledge by means of online tests, applications or games. The teachers tended to emphasize citations of online sources as a potential ethical issue, with other ethical aspects (e.g. netiquette, different applications of copyright law under licenses, etc.) taking the back seat. It also seems that teachers tend to underplay the significance of safety aspects.

Key words: ICT in chemistry education, innovation, ethics.

1 ÚVOD

Současná společnost bývá označována jako *informační*. Je charakterizována podstatným zaznamenáváním, uchováváním, využíváním a přenosem informací (Beneš & Rambousek, 2005; Warren, 2015; Zlatuška, 1998). Informační a komunikační technologie (ICT) a využívání digitální komunikace se staly součástí běžného života i dětí předškolního věku. Pro lidi narozené po roce 1980 se v tomto smyslu v literatuře používá označení síťová generace – angl. net generation (viz Educating the Net Generation, 2005). Současní žáci patří do tzv. generace Z – narození po roce 1995, kteří již vyrostli „na internetové síti“ (viz např. Thompson, 2013). Jejich postoj ke stylu výuky je proto odlišný než u jejich předchůdců (viz např. Papáček, 2010). Pro tyto žáky je charakteristické rychlé tempo a život online. Využívání digitálních technologií je pro ně samozřejmostí. Vliv ICT na jedince není možné odstranit nebo ve škole potlačit. Vzhledem k současným vzdělávacím i společenským trendům je jedinou cestou na žáky ve výuce působit právě s využitím ICT, a to promyšleně a plánovaně (srov. Odcházelová, 2014).

Doba, kdy byly ICT ve škole zastoupeny pouze v podobě předmětu informační a výpočetní technika (IVT), informační a komunikační technologie (IKT) apod., již pominula. Stejně tak pouhé využívání powerpointových prezentací promítaných na interaktivní tabuli nelze považovat za adekvátní využívání ICT ve výuce. Současným trendem je přirozené prolnutí ICT všemi školními předměty. S rychlým vývojem technologií se neustále objevují nové problémy a výzvy, jimž musí učitelé čelit. Jednou z hlavních je schopnost efektivně vyhledávat a třídit nalezené informace (srov. Valverde-Crespo & Gonzalez-Sanchez, 2016) tak, aby s nimi bylo možné efektivněji pracovat. Právě problematika nakládání s cizím duševním vlastnictvím, ať už v podobě textu nebo obrázků či videí, je často opomíjena. Autoři tohoto příspěvku jsou toho názoru, že by počítačová či informační etika totožně jako *počítačová* či *informační gramotnost* neměla být rozvíjena pouze v samostatném předmětu zaměřeném na ICT. Naopak by měla být rozvíjena v jednotlivých oborech. Chemie jako obor a logicky i školní předmět operuje s velkým množstvím empiricky získaných dat. Etická manipulace s nimi patří mezi pilíře přírodovědné gramotnosti (Gramotnosti ve vzdělávání, 2011) jakožto cíle přírodovědného vzdělávání. Tento příspěvek je proto zaměřen na etické a bezpečnostní aspekty zohledňované učiteli ve výuce chemie.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Nové technologie je nutné integrovat do všech školních předmětů. Práci s novými technologiemi je tak zapotřebí učit žáky na obsazích jednotlivých vzdělávacích oborů, nikoli ve speciálním předmětu pracovat s umělým obsahem (srov. Papert, 1994). Další text je věnován problematice ICT a zejména počítačové etice v učebním předmětu chemie.

2.1 POUŽITÉ POJMY

Pod pojmem *ICT ve výuce* se obecně myslí využití počítače, internetu, multimediálních výukových programů, videokonferencí, mobilních technologií nebo interaktivní tabule ve výuce nebo při přípravě na ni.

Termín *počítačová etika* (computer ethics) je často zaměňován s *etikou informační* (etika informační je obecnější pojem, pod touto problematikou např. lze nalézt i etiku knihovnickou, novinářskou apod.). *Počítačová etika* se zabývá dopadem ICT na společnost a snaží se ho regulovat etickými pravidly. Do této oblasti patří i otázky práva, duševního vlastnictví, např. elektronického obsahu chráněného autorskými právy či ochrany osobních údajů.

Dalším souvisejícím termínem je *etika počítačových sítí* (cyberethics). Ta je v dnešní době stále aktuálnější. Jde především o práva duševního vlastnictví materiálů umístěných na síti, otázku bezpečnosti (kyberkriminalita, hacking), otázky svobody informací, pornografie, hazardních her apod.

Z hlediska české legislativy, která upravuje a definuje různé pojmy, typy práv a povinností, je zapotřebí zmínit následující dokumenty:

- a) zákon č. 121/2000 Sb. – Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon),
- b) předpis č. 106/1999 Sb. – Zákon o svobodném přístupu k informacím,
- c) zákon č. 101/2000 Sb. – O ochraně osobních údajů.

Vedle zákonem daných předpisů existuje i řada etických kodexů, např. 10 základních pravidel počítačové etiky z roku 1992 (*počítačové desatero*), které se týká obecných pravidel chování v oblasti informačních a komunikačních technologií (Barquin, 1992). Další, častou zmiňovanou sadou pravidel, je Netiquette (síťová etika) (Lee & Ryuheongsan, 2009; Scheuermann & Taylor, 1997), která definuje zásady bezpečné a legální práce v internetové i počítačové síti.

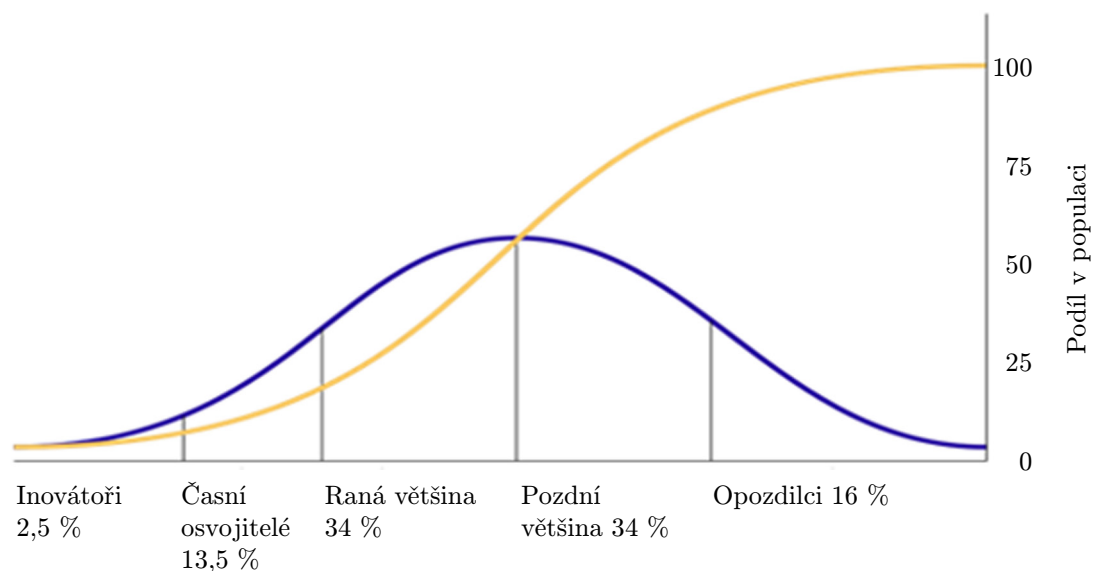
2.2 POSTOJE UČITELŮ K INOVACÍM V OBLASTI ICT

Zařazení ICT do výuky je do značné míry ovlivňováno postoji učitelů k technologiím. Také proto se postoje učitelů k ICT stávají v posledních letech předmětem mnoha studií (Ayub et al., 2015; Sanchez et al., 2012; Uluyol & Şahin, 2014; Zhou et al., 2010).

Teoretická východiska textu vycházejí z teorie difuzionizmu inovací amerického sociologa E. M. Rogerse (2003). Ten se ve stejnojmenné knize zabýval tím, jak se inovace (nějaký nový předmět, myšlenka či proces) šíří ve společnosti v čase. Inovace není přijímána všemi lidmi ve stejnou chvíli. Podle postojů a době adaptování inovace lze jednotlivé členy společnosti rozdělit do pěti skupin: inovátoři (nadšenci), časní osvojitelé, raná většina, pozdní většina a opozdilci (Rogers, 2000).

Procentuální rozdělení jednotlivých typů osvojitelů a proces osvojení inovace v čase dle Rogerse jsou znázorněny na obr. 1.

Autoři tohoto výzkumného šetření po vzoru dalších studií (Černochová et al., 2001; Stárková & Rusek, 2015; Zounek & Sebera, 2005) k dělení učitelů podle postojů k technologiím uplatňují Rogersovu teorii v oblasti ICT a vzdělávání. Pro účely tohoto příspěvku je důležitá skupina *inovátorů*. Ta je tvořena nadšenci, kteří inovaci adaptují nejrychleji, entuziasticky ji sami vyzkouší a své zkušenosti šíří v celosvětovém měřítku. Ačkoli je skupina inovátorů dle uvedené teorie nejméně početná, lze od těchto nadšenců získávat nové podněty a nápady, jak s inovacemi efektivněji pracovat. Inovátorští učitelé jsou v oblasti ICT nejvíce zběhlí. Jsou ochotní zkoušet novinky, i když se v budoucnu může ukázat jejich využití neefektivní (Goldsmith & Foxall, 2003; Sahin, 2006). Slouží jako takzvaní strážci brány (gatekeepers), kteří z vnějšku přinášejí informace dovnitř systému (Rogers, 2003). Lze tak předpokládat, že také budou znalí problematiky počítačové etiky.



Obr. 1: Rozčlenění osvojitelů inovací ve společnosti v čase (Rogers, 2003)

3 CÍLE VÝZKUMU

Autoři textu si stanovili dva výzkumné cíle. Ty je možné formulovat prostřednictvím dvou výzkumných otázek:

1. Které učitele chemie na středních školách je podle jejich postoje k využívání ICT ve výuce možné označit jako inovátory?
2. Jak se učitelovo inovátorství projevuje v jeho přístupu k etickým aspektům využívání ICT ve výuce?

Vzhledem k tomu, že jsou obě zvolené otázky deskriptivní, nebyly pro tuto část výzkumu stanoveny hypotézy.

4 MODEL VÝZKUMU

Šetření bylo provedeno ve dvou fázích. První fáze byla zaměřena na postoje učitelů k využití ICT ve výuce chemie. Na jejich základě byli jednotliví učitelé zařazeni do kategorií osvojitelů inovací dle Rogerse. Ve druhé fázi byli osloveni pouze učitelé s velmi kladným postojem k ICT – inovátoři. Tato fáze šetření byla zaměřena právě na etický aspekt využití ICT ve výuce.

4.1 PRVNÍ FÁZE – IDENTIFIKACE UČITELŮ PODLE POSTOJE K INOVACÍM

Výzkumný vzorek byl tvořen učiteli chemie na gymnáziích a středních odborných školách s dotací na Přírodovědné vzdělávání min. 7 hodin týdně (dle příslušných Rámcových vzdělávacích programů). Ve vzorku tedy byly mimo učitelů gymnázií i učitelé na oborech středního odborného vzdělávání oborů M, L0 a H (viz Rusek, 2013). Výzkumným nástrojem byl elektronický dotazník sestavený podle návrhu I.K. Kankaarinty (2000), v českých podmínkách použitý např. Zounkem a Seberou (2005). E-mailové zprávy s odkazem na tento formulář byly rozeslány na 629 středních škol v ČR splňujících uvedenou podmínku.

4.1.1 VÝZKUMNÝ NÁSTROJ

Použitý dotazník obsahoval mimo běžných identifikačních otázek 25 tvrzení rozdělených do 5 baterií po 5 položkách. Každá baterie (pětice) slouží k identifikaci jedné z kategorií typu osvojitelů inovací podle Rogerse. Zařazení respondentů do jednotlivých kategorií bylo provedeno na základě odpovědí v dané baterii otázek použitého dotazníku. Respondenti se k jednotlivým stanoviskům (tvrzením) vyjadřovali na šestistupňové škále (souhlasím, spíše souhlasím, nemám vyhraněný názor, spíše nesouhlasím, nesouhlasím a nevím). Jednotlivým stanoviskům byly přiřazeny hodnoty 2, 1, 0, -1, -2 a N . O zařazení respondenta do dané kategorie osvojitelů inovací rozhodovala hodnota z -skóre spočítaná pro celou baterii dohromady. Obecně byl respondent do dané kategorie zařazen, pokud výsledná hodnota z -skóre jeho odpovědí dosahoval 0,8 a více. Jedná se o arbitrární hranici převzatou od autorů nástroje (tj. Zounek & Sebera, 2005).

S ohledem na cíl výzkumu – identifikaci přístupu inovátorů k počítačové etice – autoři v tomto textu diskutují pouze první baterii. Její položky byly následující:

A1: Jsem mezi prvními, kteří používají různé aplikace ICT.

A2: Jsem velmi nedočkavý/á vyzkoušet ty nejnovější aplikace ICT.

A3: Chci být vzorem ostatním v používání aplikací ICT.

A4: Troufám si vyzkoušet jakékoliv nové ICT aplikace.

A5: Troufám si riskovat ve zkoušení (dosud neověřených) ICT aplikací. (srov. Zounek & Sebera, 2005).

4.1.2 ÚDAJE O RESPONDENTECH A ZPRACOVÁNÍ DAT

S ohledem na cíl šetření byl dotazník distribuován pouze na ty střední školy, v jejichž vzdělávacím plánu není chemie okrajovým předmětem (viz např. Rusek, 2014). Jednalo se tak pouze o gymnázia a přírodovědně (chemicky) zaměřené střední odborné školy. Dotazník vyplnilo 276¹ respondentů – 165 učitelů gymnázií, 111 učitelů SOŠ, 196 žen a 79 mužů.

Na základě hodnot z -skóre byli identifikováni inovátoři. Ti z nich, kteří uvedli své e-mailové adresy, tvořili výzkumný vzorek druhé fáze šetření.

4.2 IDENTIFIKACE ETICKÝCH ASPEKTŮ VYUŽÍVÁNÍ ICT VE STŘEDOŠKOLSKÉ VÝUCE CHEMIE

Prostřednictvím e-mailové komunikace byly na podzim roku 2015 identifikovaným, spolupracujícím inovátorům položeny tři otázky, zaměřené na etický aspekt využívání ICT ve výuce:

1. Při kterých aktivitách v rámci výuky chemie (nebo při přípravě na ni) mají Vaši žáci možnost využívat ICT (např. referát, tvorba laboratorního protokolu)?
2. U kterých z uvedených aktivit zdůrazňujete hlediska počítačové etiky? (např. při práci žáků s internetovým obsahem – fotografiemi, informacemi, videi)?
3. Jak žáci sami vnímají a respektují pravidla počítačové etiky ve své činnosti a pracích?

Odpovědi učitelů byly kvalitativně vyhodnoceny formou obsahové analýzy textu.

¹Vzhledem k tomu, že přesné počty vyučujících na oslovených středních školách nejsou známe, navíc nelze s jistotou říci, ke kolika učitelům na jedné škole se dotazník dostal, není uvedena návratnost.

5 VÝSLEDKY A DISKUSE

Podle uvedeného postupu bylo mezi učiteli chemie na základě z -skóre identifikováno 25 inovátorů. Někteří respondenti nebyli do vzorku zařazeni, přestože hodnota jejich z -skóre byla dostatečná. Typicky se jednalo o ty, kteří nezodpověděli alespoň tři z pěti charakterizujících tvrzení. Respondenti měli možnost vyjádřit svou ochotu dále spolupracovat prostřednictvím uvedení své e-mailové adresy. Tu uvedlo 16 učitelů. Na výše uvedené otázky odpovědělo 6 učitelů (4 muži, 2 ženy).

V první otázce byl zjišťován způsob využívání ICT žáky ve výuce chemie či při přípravě na ni, druhá otázka už byla konkrétně zaměřena na hlediska počítačové etiky. Tyto přímo souvisely s vlastní činností učitelů i žáků. Třetí otázka se týkala žákovského vnímání a respektování pravidel počítačové etiky pohledem učitele.

Otázka č. 1: Při kterých aktivitách v rámci výuky chemie (nebo při přípravě na ni) mají Vaši žáci možnost využívat ICT?

Respondenti udávali různé příklady žákovských i učitelských aktivit. Z hlediska činnosti žáků byly na základě shodných znaků rozděleny do tří kategorií:

1) PRODUKTIVNÍ ŽÁKOVSKÉ PRÁCE

Do této skupiny byly zařazeny aktivity s konkrétními produkty činnosti žáků. V odpovědích byla zmíněna tvorba referátů, prezentací, laboratorních protokolů, seminárních a maturitních prací. Četnost jednotlivých odpovědí byla následující:

- Laboratorní protokol (4×),
- Maturitní práce (1×),
- Prezentace (2×),
- Referát (5×),
- Seminární práce (1×).

2) VYUŽITÍ POČÍTAČOVÉ A INTERNETOVÉ SÍTĚ

Tato kategorie obsahuje učitelé zmíněné žákovské aktivity, ve kterých ICT slouží ke komunikaci, vyhledávání informací, „vychytávek“ a aktualit, dále k online procvičování a testování. Z odpovědí všech respondentů vyplývá, že považují za nezbytnou jak práci s počítačovou („vytvoření laboratorního protokolu a uložení na účtu studenta do složky CHEMIE“), tak internetovou síť („... žáci mají přístup k většině studijních materiálů i z domu. K uvedenému využívám školní portál eUčebnice, který je založen na LMS Moodle.“, „... (studenti) informace musí najít na Internetu“, „... tvorba laboratorních protokolů a jejich posílání na e-mailovou adresu.“). U těchto učitelů je možné sledovat snahu o rozvoj informační i čtenářské gramotnosti žáků a opouštění tradiční transmise poznatků od učitele k žákovi (OECD, 2012). Uvědomují si a často využívají možnosti nechat žákům vlastní výběr zdroje informací, tím rozvíjí jejich schopnosti informace nejen vyhledávat, ale i třídit a posuzovat, a to např. při samostatné práci („... hledání vychytávek/najde žák něco, čemu alespoň trochu rozumí a já o tom nevím?“).

3) PASIVNÍ ČINNOSTI ŽÁKŮ

Do této kategorie spadají aktivity, které provádí sám učitel, žák je tak jen neaktivním příjemcem – divákem. Žáci takto mohou pracovat s učitelem dodanými podklady

a prezentacemi. Učitelé pak žákům prostřednictvím ICT ve školní třídě promítají videopokusy. Zde uvádějí YouTube nebo archiv České televize.

Zmínit je třeba i konkrétní aplikace a technické prostředky. Ze softwaru byly uvedeny LMS Moodle a Google Classroom, dále eUčebnice a kancelářské balíky MS Office a Open Office.

Z konkrétních hardwarových prostředků bylo v odpovědích specifikováno měřicí zařízení EdLab, interaktivní tabule a v jednom případě plánované aktivity podle přístupu BYOD (Bring Your Own Device).

Výsledky ve třech uvedených bodech odpovídají zkušenostem z pedagogické praxe autorů, dále např. zjištění Uluyola a Şahina (2016).

Otázka č. 2: U kterých z uvedených aktivit zdůrazňujete hlediska počítačové etiky?

Zatímco v první otázce respondenti uváděli různé aktivity, během nichž se ICT využívá, obsah druhé položky byl již zaměřen na počítačovou etiku. Respondenti konkretizovali jak jednotlivé aktivity, tak formu aplikace počítačové etiky. Žáci tak podle učitelů uplatňují pravidla počítačové etiky u tvorby referátů, ročníkových prací, laboratorních protokolů a prezentací. Vyžadováno je po nich citování informačních zdrojů či obrázků a udávání přesné internetové adresy zdroje.

Dle respondentů by jejich žáci bez využití ICT prakticky nemohli plnit studijní povinnosti. V oblasti počítačové etiky se omezují pouze na nutnost správného citování informačních zdrojů. To je stále ožehavou záležitostí, jak dokládají např. texty Blicblaua et al. (2016) nebo Weaverové a Bernardové (2015). Při využívání děl jiných autorů však mnohdy citování zdroje (např. adresy internetové stránky) nestačí. Pro získání hlubšího vhledu byla respondentům položena třetí otázka.

Otázka č. 3: Jak žáci sami vnímají a respektují pravidla počítačové etiky ve své činnosti a pracích?

Odpovědi na poslední otázku byly nejrozmanitější. Bylo však možné vysledovat trend akceptování pravidel počítačové etiky. Někteří žáci pravidla obvykle nerespektují. Řídí se heslem: „Co je na internetu, je všech.“ Jiní k nim přistupují citlivěji. Nejprve je pouze vnímají, postupně je přijímají. Až nakonec dochází k naprostému respektování těchto pravidel. (Respondenti také uváděli, že: „Citování informačních zdrojů v žáky zpracovávaných pracích je samozřejmostí.“) Učitelé často uváděli, že pro dosažení cílového efektu je nutné postupovat systematicky a mít stejné požadavky ve více předmětech. Sami tak potvrdili teze uváděné v teoretických východiscích tohoto příspěvku.

V odpovědích bylo možné identifikovat konkrétní projevy počítačové etiky jako např. při elektronické komunikaci: napsání krátké popisné věty bez oslovení, pozdravu apod., nebo vyplnění předmětu zprávy. Zaznamenána byla i odpověď, že zkoumaná oblast je problematikou předmětu IKT/výpočetní techniky, a proto nemá být rozvíjena v rámci výuky chemie.

V jedné z odpovědí byla zmíněna ukázka konkrétního přístupu vtisknutí pravidel počítačové etiky žákům. Respondent popsal postup kontroly opisování práce (plagiátorství), kdy prostřednictvím jedné aktivity zkontroluje jak dodržení autorského zákona, tak vlastní práci žáka. Nedodržení předem stanovených podmínek pak vede ke sníženému ohodnocení žákovské práce. Žáci se tak seznámí s nástroji použitelnými pro podobnou kontrolu. Vidí přímo i příklady práce, které jsou z hlediska počítačové etiky nepřijatelné.

Autoři šetření v odpovědích zaznamenali jeden vážný nedostatek. Elektronický obsah – zvláště jeho využití či editování – může podléhat různým typům licencí,

kteře specifikují oblast nejen autorských práv (z těch nejznámějších uveďme např. Creative Commons). Každý typ licence určuje možnosti použití, úpravy, nutnosti zmínit autora, typ licence, zdroj dat apod. Je tedy otázkou, zda se respondenti v této problematice příliš neorientují nebo ji prostě ignorují.

S tím souvisí i promítání mediálních záznamů (v odpovědích respondentů YouTube a Archiv ČT) učitelem přímo ve třídě. Z hlediska přínosu pro výuku, zvýšení názornosti, je nasnadě využít bohaté databáze obrázků či videí na internetu. Tyto jsou však chráněny licenci/autorskými právy a mnohdy by neměly být používány ani k těmto účelům. Tato a mnohá další pravidla jsou sice pro učitele omezující, pro běžný život v 21. století je však podstatné žáky vybavovat i takovými kompetencemi, které je uchrání střetu se zákonem. Dokladem nejednoznačnosti a komplikovanosti této problematiky jsou například texty Elkin-Korenové (2006) nebo Carrolla (2006). Je překvapivé, že se mezi uvedenými zdroji neobjevují např. studiumchemie.cz s desítkami komentovaných pokusů. Přitom právě mnohdy z mnoha důvodů problematické provádění experimentů ve výuce (Beneš et al., 2015) je tímto možné eliminovat.

Z hlediska operačního software byly zmíněny dva kancelářské balíky, a to placený MS Office a OpenOffice, který je dostupný zdarma (stejně jako novější LibreOffice, který však žádný z respondentů neuvedl). Z pohledu počítačové etiky by bylo zajímavé zjišťovat, zda učitelé považují za samozřejmé, že žáci mají k dispozici aplikace nutné pro práci. Respektive zda učitelé nutí žáky používat výhradně placené aplikace, nebo jim dávají volbu výběru.

6 ZÁVĚR

Ze získaných odpovědí vyplývá, že respondenti se počítačové etice či etice počítačových sítí příliš nevěnují, ve výuce ji příliš nevyzdvihují. Důvodem může být přesvědčení, že to by mělo být náplní výuky ve specializovaném předmětu IVT, IKT apod., nebo pouhá neznalost problematiky. Možnou interpretací je také, že respondenti (inovátoři) se s ICT seznamují sami, mnohdy nestrukturovaně a s využitím všech dostupných prostředků. Etická pravidla zvláště v oblasti používání legálního software či obrazového materiálu s patřičnou licenci pak mohou být upozaděna na úkor snahy vyzkoušet a využít technologickou novinku.

V době, kdy je využitelnost sdílených cloudových uložišť (Google Disk, OneDrive apod.) stále aktuálnější i v oblasti vzdělávání, by měli být učitelé i žáci s etikou počítačových sítí obeznámeni. Tato oblast byla přitom v odpovědích učitelů upozaděna. Aktuálnost a významnost této problematiky dokreslují i iniciativy jako Bezpečný internet.cz, bezpečne-online.cz či Seznam se bezpečně! Přednášky přímo na školách organizuje i Policie ČR. Metodicky může učitelé pomoci školní metodik ICT.

Dodržováním etických zásad v oblasti informačních a komunikačních technologií a sítí nejen žáky, ale i učitelé, lze předejít různým sociologicko-patologickým jevům (např. počáteční plagiátorství při tvorbě referátu může vést k dalšímu rozvoji kyberkriminality). Uplatňování systematického přístupu více učitelů má pozitivní dopad na žákovské vnímání a akceptování zásad spojených s využíváním ICT. Řešením by jistě byly blended-learningové nebo zcela distanční kurzy, ve kterých by zájemcům byly nabídnuty jednak ukázky začlenění ICT do výuky, ale také vysvětleny důležité aspekty počítačové etiky. Podobné kurzy by se mohly stát součástí portálů nabízejících digitální učební materiály, které se stále těší učitelské oblibě.

Zvolené metody kombinovaného výzkumu umožňují nejdříve identifikovat respondenty dle klasických, v literatuře popsáných vzorců chování. Použití dotazníku jako výzkumného nástroje s sebou ve druhé, kvalitativně pojaté části, přináší jistá omezení. Výsledky jsou zatíženy nižší reliabilitou, což je však v sociologických výzkumech běžné. Autoři si jsou vědomi zkreslení reálného stavu, ke kterému mohlo dojít při nízkém počtu respondentů. Další práci v této oblasti se zaměří také na početnější skupinu časných osvojitelů. Přesnějších výsledků by bylo možné dosáhnout triangulací dat zapojením přímého sledování výuky, a tím i vlastní práce žáků, předem identifikovaných učitelů.

Příspěvek si dovolueme zakončit jednou z odpovědí, která se dotýká oblasti přípravy budoucích učitelů „Myslím si, že právě psaní zpráv, správná úprava textů, citace zdrojů atd. by bylo dobré začínajícím učitelům vštěpovat.“ Aktivitu v této oblasti je tak samozřejmě možno zaměřit nejen na učitele v praxi, ale počítačovou etiku také zohledňovat v přípravě budoucích učitelů.

PODĚKOVÁNÍ

Tvorba příspěvku byla podpořena grantovým projektem projektu č. 1488214 – *Efektivní způsoby podpory výuky chemie prostřednictvím ICT pohledem učitelů chemie* a projektem *SciVis – Improvement of interactive methods to understand the natural sciences and technological improvement* podporovaným KA2, Erasmus+.

LITERATURA

Ayub, A. F. M., Abu Bakar, K. & Ismail, R. (2015). Factors predicting teachers' attitudes towards the use of ICT in teaching and learning. In I. Mohamed, L. T. How, A. C. Y. Mui & W. K. Bin (Eds.), *22nd National Symposium on Mathematical Sciences*. AIP Publishing.

Barquin, R. C. (1992). *In pursuit of a 'ten Commandments' for computer ethics*. Computer Ethics Institute.

Dostupné z <http://computerethicsinstitute.org/barquinpursuit1992.html>

Beneš, P. & Rambousek, V. (2005). Výzkum vzdělávání pro život v informační společnosti. In *Vzdělávání pro život v informační společnosti*. (9–24) Praha: UK PedF.

Beneš, P., Rusek, M. & Kudrna, T. (2015). Tradice a současný stav pomůckového zabezpečení edukačního chemického experimentu v České republice. *Chemické listy*, 109(2), 159–162.

Blichblau, A. S., Bruwer, M. & Dini, K. (2016). Do engineering students perceive that different learning and teaching modes improve their referencing and citation skills? *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 44(1), 3–15.

Carroll, M. W. (2006). Creative commons and the new intermediaries. *Michigan State Law Review*, 45, 2005–2013.

Černochová, M., Siňor, S. & Kankaanrinta, I. K. (2001). Jak budoucí učitelé přijímají novinky ze světa informačních a komunikačních technologií. In H. Lukášová & P. Květoň (Eds.), *Nové možnosti vzdělávání a pedagogický výzkum* (330–336). Ostrava: Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta.

Elkin-Koren, N. (2006). Creative Commons: A skeptical view of a worthy pursuit. In L. Guibault & P. Bernt Hugenholtz (Eds.), *The future of the public domain: Identifying*

- the Commons in Information Law* (325–344). Alphen aan den Rijn: Kluwer Law International.
- Goldsmith, R. E. & Foxall, G. R. (2003). The measurement of innovativeness. In L. V. Shavinina (Ed.), *The International Handbook on Innovation* (321–330). Oxford: Pergamon.
- Gramotnosti ve vzdělávání: příručka pro učitele.* (2011). Praha: VÚP.
- Kankaanrinta, I. K. (2000). Finnish kindergarden student teachers attitudes towards modern information and communication technologies. In S. Tella (Ed.), *Media, Mediation, Time and Communication* (147–169). Helsinki: University of Helsinki.
- Lee, E.-J. & Ryucheongsan. (2009). The primary school students' attitude and behavior of the netiquette. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 15(1), 109–124.
- Oblinger, D. G. & Oblinger, J. L. (2005). *Educating the Net Generation*. Washington, DC: Educause.
- Odcházellová, T. (2014). Role multimédií ve výuce přírodních věd. *Scientia in educatione*, 5(2), 2–12.
- OECD. (2012). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework*. Paříž: OECD Publishing.
- Papáček, M. (2010). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*, 1(1), 33–49.
- Papert, S. (1994). *Children's Machine: Rethinking school in the age of the computer*. New York: BasicBooks.
- Rogers, E. M. (2000). The diffusion of innovation: Model and outreach from the National Network of Libraries of Medicine to Native American communities. In C. Burroughs (Ed.), *Measuring the Difference: Guide to Planning and Evaluating Health Information Outreach*. Seattle: National Network of Libraries of Medicine.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*. New York: The Free Press.
- Rusek, M. (2013). *Výzkum postojů žáků středních škol k výuce chemie na základní škole* [Disertační práce]. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.
- Rusek, M. (2014). Efekt zařazení chemie do kurikula středních odborných škol nechemického zaměření. *Scientia in educatione*, 5(2), 13–29.
- Sahin, I. (2006). Detailed review of rogers' diffusion of innovations theory and educational technology-related studies based on rogers' theory. *The Turkish Journal of Educational Technology*, 5(2), 14–23.
- Sanchez, A.-B., Mena Marcos, J.-J., Gonzalez, M. & GuanLin, H. (2012). In service Teachers' attitudes towards the use of ICT in the classroom. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 46, 1358–1364.
- Scheuermann, L. & Taylor, G. (1997). Netiquette. *Internet Research-Electronic Networking Applications and Policy*, 7(4), 269–273.
- Stárková, D. & Rusek, M. (2015). Postoje studentů učitelství chemie k využití informačních a komunikačních technologií ve výuce chemie. In H. Cídllová (Ed.), *XXIV. Mezinárodní konference o výuce chemie DIDAKTIKA CHEMIE A JEJÍ KONTEXTY* (193–199). Brno: Masarykova univerzita.
- Thompson, P. (2013). The digital natives as learners: Technology use patterns and approaches to learning. *Computers & Education*, 65, 12–33.

- Uloyol, Ç. & Şahin, S. (2014) Elementary school teachers' ICT use in the classroom and their motivators for using ICT. *British Journal of Educational Technology*, 47(1), 65–75.
- Ulay, N. & Calik, M. (2012). A thematic review of studies into the effectiveness of context-based chemistry curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 686–701.
- Valverde-Crespo, D. & Gonzalez-Sanchez, J. (2016). Search and selection of information about physics and chemistry by means of digital resources like Wikipedia carried out by secondary students. *Revista Eureka Sobre Ensenanza Y Divulgacion De Las Ciencias*, 13(1), 67–83.
- Warren, T. (2015). Theories of the Information Society. *Technical Communication*, 62(3), 217–217.
- Weaver, N. E. & Barnard, E. (2015). A citation analysis of psychology students' use of sources in online distance learning. *Journal of Library and Information Services in Distance Learning*, 9(4), 312–329.
- Zhou, Q., Hu, J. & Gao, S. (2010). Chemistry teachers' attitude towards ICT in Xi'an. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4629–4637.
- Zlatuška, J. (1998, duben 4.). Informační společnost. *Zpravodaj ÚVT MU*, 1–6.
- Zounek, J. & Sebera, M. (2005). Budoucí učitelé a inovace v oblasti informačních a komunikačních technologií. *Sborník prací Filosofické fakulty Brněnské univerzity*, 2005(10), 95–108.

DAGMAR STÁRKOVÁ, dagmar.starkova@pedf.cuni.cz
MARTIN RUSEK, martin.rusek@pedf.cuni.cz
Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta
Katedra chemie a didaktiky chemie
Magdalény Rettigové 4, 116 39 Praha 1, Česká republika

Case Study of Using Peer Instruction at Upper Secondary School

Jana Šestáková

Abstract

The article describes the results of the case study “Implementation of the Peer Instruction method into education in the Czech Republic”, trying to answer one main question: “How is the Peer Instruction method implemented into physics teaching at upper secondary Czech school?”.

The data was collected through interviews with the teacher, lesson observation and questionnaires for the teacher and students. The teacher involved in the study had been interested in the method since 2009. The research findings resulting from lesson observation and students’ opinions are from the 2014/2015 school year, when the method was implemented with students aged 17–18 years in three physics classes taught at an upper secondary school, with the respective numbers of students being 28, 16 and 13. The research generated the following conclusions, among other things: (1) the method should ideally be used immediately after a presentation of a new topic, therefore e.g. once a month, (2) a maximum of two ConcepTest questions should be used within one 45-minute lesson, and (3) students’ responses should be collected by means of flashcards rather than by an electronic voting system. The teacher starting with the method expected that ConcepTest questions would be simple for students and the work pace would be faster. She tried to hasten the work and therefore sometimes did not give students enough time to think about their responses, occasionally even failing to provide the option of a second answer. Nevertheless, the participating students gave positive feedback on this method, strongly indicating that they had learned more while using this method. They admitted that using flashcards during the first answering was a strong incentive that boosted their motivation towards thinking about the answers. This article is intended for people interested in the Peer Instruction method, teachers and researchers in active learning.

Key words: Peer Instruction, case study, teaching physics, upper secondary school.

Případová studie použití metody Peer Instruction na gymnáziu

Abstrakt

V článku jsou popsány výsledky případové studie „Zavádění metody Peer Instruction do výuky v České republice“ s hlavní výzkumnou otázkou: „Jak je metoda Peer Instruction zaváděna do výuky fyziky na gymnáziu?“.

Sběr dat probíhal pomocí rozhovorů s vyučující, pozorování výuky a dotazníků pro vyučující i studenty. Vyučující zapojená do studie se o metodu zajímá od roku 2009. Závěry výzkumu plynoucí z pozorování výuky a z vyjádření studentů jsou ze školního roku 2014/2015, kdy výuka fyziky probíhala na gymnáziu se studenty ve věku 17 až 18 let ve třech třídách s 28, 16 a 13 studenty.

Z výzkumu plynou mimo jiné následující závěry: (1) metoda by měla být ve třídě použita ihned po výkladu nové látky, tedy přibližně jednou za měsíc, (2) v jedné 45minutové vyučovací hodině by měly být použity maximálně dvě konceptuální otázky a (3) studentské odpovědi by měly být sbírány spíše pomocí hlasovacích karet než elektronickými zařízeními. Vyučující začínající s metodou očekávala, že konceptuální otázky budou pro studenty jednoduché, práce bude probíhat rychleji. Snažila se práci uspíšit, proto někdy nedávala studentům dostatek času na rozmyšlení odpovědi a někdy dokonce neposkytla studentům prostor pro druhé odpovídání. Nicméně studenti, kteří se zúčastnili studie, se o metodě vyjadřovali pozitivně a zároveň dali najevo, že se tímto způsobem více naučí. Připouštěli, že použití hlasovací karty v prvním odpovídání bylo pro ně silným podnětem, který je motivoval k rozmyšlení odpovědi. Článek je určen zájemcům o metodu Peer Instruction, učitelům a výzkumníkům v oblasti aktivní výuky.

Klíčová slova: Peer Instruction, případová studie, výuka fyziky, gymnázium.

1 INTRODUCTION

Peer Instruction is a method that engages students in learning, usually at universities in the world, and helps them to understand learning material (Crouch & Mazur, 2001). The method was originally created by professor Eric Mazur (Mazur, 2014) for his introductory physics courses. It spreads to other subjects, for example to economics (Ghosh & Renn, 2006) or medicine (Rao & DiCarlo, 2000) and lower levels of education. William R. Penuel (Penuel et al., 2007) mentions in his study the use of voting systems in elementary and secondary schools to encourage group discussion, which is one of the elements used in the Peer Instruction method. Antti Savinainen (Savinainen, 2002) in his study examines the effectiveness of interactive methods, such as Peer Instruction, using the Force Concept Inventory test. The Peer Instruction method provides active learning for students during lessons. It gives students space and time to think about content, to speak in class with their classmates and mutually explain solutions of problems. The students' work has precise rules.

Students learning this way understand the content better than during lectures when they only listen passively (Crouch & Mazur, 2001).

The Peer Instruction method still has an important role in Mazur's courses. It is used in Learning Catalytics, which is part of AP50 course (Harvard.edu, 2016), and is named after an interactive tool for collecting students' responses (Pearson, 2016).

This research aims to map out a way to convey the benefits of Peer Instruction to Czech teachers while at the same time changing the existing lessons as little as possible. On the case of using the method at upper secondary school it is showed which barriers teacher must overcome or what the teacher considers to be easy, as well as the advantages and disadvantages connected to the use of this method from the teacher's point of view.

Research includes the investigation of what instruments the teacher prefers to collect students' responses, how to create groups for discussion or how many ConcepTest questions the teacher plans to include in one lesson, etc.

The goal of the research is not an evaluation of the method's effectiveness or the development of student knowledge in the field of physics. Research objectives require detailed examination of lessons, analysis of interviews with the teacher, etc., so a qualitative research, particularly a case study, was chosen.

The second section describes the following: basic principles of the Peer Instruction method, research questions, research design, researcher, teacher and classes used in the study, means of collecting data, source of ConcepTest questions suitable for the method and the way of collecting student responses. The third section provides a summary of results and the fourth section their discussion.

2 EXPERIMENTAL

2.1 DESCRIPTION OF THE PEER INSTRUCTION METHOD

Peer Instruction is a learning method which activates students. The method gives students space to think during classes, students can discuss their solutions with other classmates and connect this way just acquired knowledge with already known facts. The method has a specific structure. At the beginning the students answer a ConcepTest question (or ConcepTest-short conceptual question). They answer individually, for example using an electronic voting system or flashcards. Second step is a discussion in groups of three to five students. The discussion is effective when during the individual round 30 % to 70 % students' answers were correct. The task of the students in a discussion is to argue why they chose their answer and ideally find the correct solution together. The method got the name Peer Instruction after this part because students teach each other in the groups. The discussion is followed by a second answering of the same question. This step is also important for students because they have to realize whether they changed their mind during the discussion or not. The last step is explanation of the correct answer (Mazur, 2014). You can find more information about the method online at (Schell, 2016) or in Czech at (Šestáková, 2016).

The Peer Instruction method is used worldwide as a substitution to lectures in university courses. Students in these classes are supposed to read particular chapter of a textbook before going to the class, in class they work with received information.

2.2 RESEARCH QUESTIONS

The main research question of the study was: How is the Peer Instruction method implemented into physics teaching at upper secondary Czech school?

Particular research questions were focused on

- organization of lessons
 - appropriate number of questions for a lesson
 - creating groups of students for discussion
 - choosing a voting system
 - following steps of the method
 - organization of seats

- emotions and students' opinions on the method
- teacher's opinions
 - advantages and disadvantages connected to the method
 - what obstacles must be overcome by the teacher and what the teacher considers easy

2.3 RESEARCH DESIGN

Research objectives require detailed examination of lessons, analysis of interviews with the teacher, etc., so a qualitative research and a case study as a research plan was chosen. The case is the teacher and her implementation of the Peer Instruction method to her classes (Švaříček & Šedová, 2007).

2.4 RESEARCHER

The researcher of this study is also the author of this paper. She graduated from the teaching of mathematics and physics. She has been studying Peer Instruction intensely since 2009, this method is the main topic of her doctoral studies. She uses this method and also elements of inquiry-based learning, for example from Project Heureka (Dvořáková, 2014) in physics at a lower secondary school. She is an active participant of Czech and international conferences on physics education; she leads workshops for teachers about Peer Instruction. She spent four months in Mazur Group at Harvard University working with the author of Peer Instruction professor Eric Mazur.

2.5 TEACHER AND CLASSES

The teacher in this study had to meet two criteria, interest in integrating the method into teaching and interest in involvement in the research. There were more teachers who met these two criteria. Moreover, chosen teacher actively participated on seminars for developing her knowledge and experience with the method from her own initiative repeatedly. Her attitude to the research was open, which helped to get important data.

She also managed to overcome initial problems and despite the successful integration of the method she maintained perspective and in addition to the benefits she could articulate disadvantages and barriers associated with the method. Therefore she was chosen as a suitable case of successful integration of the method.

The teacher in this study is a 43-year-old woman, an active participant of conferences for physics teachers. She graduated from the teaching of mathematics and physics and she has been teaching physics and mathematics at the same upper secondary school since 2006. She was informed about the method for the first time at the seminar "How I teach physics" in October 2009. Then she spontaneously created flashcards and tried to use the method in her classes. She heard about the method again at the "Physics Teachers' Invention Fair" conference in 2011 and 2012 where she expressed an interest to participate in this study. She learnt more about the method during "The Heureka Workshops" conference in 2012 and 2014 during 90 minutes workshops, where she had, for example, an opportunity to try the role of a student in this method. Other source of her learning about the method was reading websites (Šestáková, 2016) and discussion with the researcher. She has also

been using elements of inquiry-based learning, for example from Project Heureka (Dvořáková, 2014).

The research results based on observations and students' opinions come from the school year 2014/2015. The teacher included the Peer Instruction method during the topic of thermodynamics using electronic voting system in the school year 2013/2014. In the school year 2014/2015, when the research ran, she used the method in the topic of electricity and magnetism with paper flashcards in two classes on upper secondary school. The first one was the third year of four-year study program and she taught a whole class (28 students). The second class was the seventh year of eight-year study program and she taught so-called "cut class" (one class divided into two groups, 13 and 16 students). Students in both classes were 17 to 18 years old. Participating classes were of the field of general studies. The teacher used the method during four months in six lessons, all observed by the researcher.

The goal of using the method in this study was to find the way how to convey the benefits of Peer Instruction while changing the existing lessons as little as possible. Therefore, during the study students did not read any material before class and the method was not used in the long term as the only way of teaching.

2.6 COLLECTING DATA

Before using the method in class the teacher fulfilled a questionnaire which identified how she and her students worked during physics lessons, what the teacher knew about Peer Instruction and what expectations she had of the lessons. Before every lesson there was an email communication between the teacher and the researcher regarding the preparations of lessons to map how the teacher planned to put the method into practice. A lesson observation was implemented to describe an authentic atmosphere of the teaching process. It was conducted in such a way to cause minimum disturbance of learning. Lessons or discussions in groups of the students were not recorded. Only some arguments of students in groups sitting closer to the researcher were registered and noted.

The observation during the particular lessons was focused on various goals of the study, e.g. following the steps of the method, organization of learning by teacher, students' reactions, planning lessons and comparison with real realization, etc.

Lessons were followed by an interview with the teacher to give her an immediate feedback which helped her improve the implementation of Peer Instruction and by an email communication.

At the end of the research students' opinions on learning in this way were collected by a questionnaire (Appendix). The questionnaire with three questions was given to all students during the last lesson. Students could choose and write one answer to each question and they could add any comments. Collecting of data was anonymous, all 50 present students handed in their responses (7 students were absent, 2 of 50 students did not answer to Question no. 2).

2.7 RESOURCES OF CONCEPT TEST QUESTIONS AND COLLECTING RESPONSES

ConceptTest questions used in classes were chosen with respect to the studied topics from the database designed for Peer Instruction (Šestáková, 2016), for example see Figure 1, or from commonly used collections of problems in upper-secondary-

In the figure are connected bulb and the battery. Bulb is shining. Select a statement that correctly describes the situation.

- A. Current from the battery goes only into the bulb where it is completely consumed.
- B. Current goes from the battery to the bulb, where it is partially consumed, partially goes back to the battery.
- C. Current in the circuit goes through the bulb back into the battery.

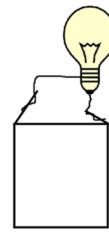


Figure 1: Example of ConcepTest questions used in the study (Šestáková, 2016)

school physics with closed multiple choice questions. The questions which were not specifically designed for the method were carefully selected.

Electronic voting system available during the study to collect students' responses was composed of simple devices allowing to send A–F replies. Students could change their answers within the time limit, devices did not allow to send multiple responses. Paper flashcards used in study were created by the teacher. Black letters were printed on colored paper and laminated. Size of each card was A6.

3 RESULTS

Here is a summary of the research results.

(teacher) in the following text means teacher's opinion, (student) is an expression of one of the students. Comments of the researcher are in italics. The source of the information is written at the end.

3.1 TIMING, APPROPRIATE NUMBER OF CONCEPT TEST QUESTIONS

- The teacher expects that ConcepTest questions will be easy for students, more ConcepTest questions in class will be discussed.

(teacher) "These ConcepTest questions are easy, I could pose them in the third year (*of eight-year program*). It will be only repetition for you." (From lesson observation, mentioned at the beginning of the work to students of seventh year of eight-year program.)

(teacher) "They do not understand it. I thought that this must be already known to them." (From an interview after the lesson, feedback about the lesson.)

(teacher) "Six ConcepTest questions planned for one lesson (*45 minutes*) is too many. Next time I am planning one or two ConcepTest questions." (From an interview after the lesson, feedback about the lesson.)

- It is useful to implement the method to the proper part of learning.

(teacher) “It has been a longer time since we studied this part of topic . . . and only now I can see that they did not understand it. It would be better to use the method immediately after the introduction of a new topic.” (From an interview after the lesson, feedback about the lesson.)

3.2 CREATING GROUPS

- The teacher creates groups according to the students’ answers.

The teacher created groups of students for discussion according to the letters on flashcards showed during the first answer so that in one group there were not only students with the same answer. *If there were only students with the same answer in one group, there was no reason to discuss their solutions, because they agreed with each other.* Changing seats lasted about 20 seconds. (From lesson observation.)

- Gender balance in group has a minimum impact on the discussion.

6 mixed and 18 homogenous groups of student were observed, students in all groups worked actively, there was not a visible difference. Only in two girl-groups it was observed that they only said “I do not know” and they did not discuss the solution any more. (From lesson observation.)

3.3 CHOOSING A VOTING SYSTEM

- The teacher prefers flashcards to electronic voting system.

(teacher) “The first reason (*why she prefers flashcards prior to electronics*) is price but the very next one is immediately visible answer from everyone useful for grouping students. I need to solve the situation in the class, I do not need long term statistics now.” (From an interview after the lesson, feedback about the lesson.)

3.4 FOLLOWING STEPS OF METHOD

- The teacher improves herself in instructing students.

The teacher explains how to work to students during lessons better: “During the first answering answer by yourselves, try to find an explanation.” (From lesson observation.)

(teacher) “When nobody speaks up, we go on. It means you do not need more time to think individually about solution.” (From lesson observation.)

- Students should have enough time to think after reading the ConcepTest question.

The teacher reads aloud the ConcepTest question displayed by projector on the board, then she tries to hasten the work and asks students to answer immediately after the reading. (From lesson observation.)

- The teacher checks the time during following lessons.

The teacher counts thirty seconds using a watch, during that time she does not communicate with students, she gives them time to think about the answer to the ConcepTest question before the first answering. (From lesson observation.)

- Showing answer by flashcard during the first answering affects the active students' work.

6 out of 50 students admitted that with cards they decided to reply and without it they did not (Answer A, Question no. 1, Appendix) and other 6 students in the comments added that they decided to answer in both cases, but with cards it was more motivating (Answers B, D, E, Question no. 1, Appendix). Responses of all students are in the graph in Figure 2. (Students' opinions from questionnaire.)

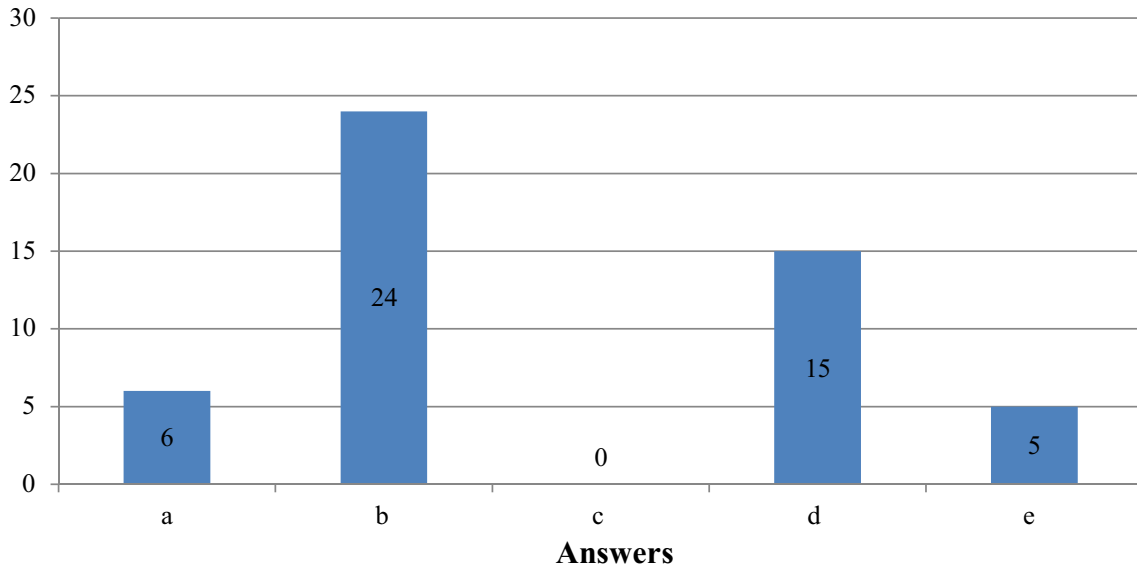


Figure 2: Does showing answers by cards before discussion affect students' work? Question no. 1, Appendix

STUDENTS' COMMENTS

(Letters in brackets are answers to Question no. 1, Appendix)

"I thought about the arguments deeper when showing the answer on flashcard." (D)

"Raising the card definitely forced me to think about it more than if I did not have to raise the card." (D)

"In the second case (*with card*), I thought about it more." (B)

"Raising the card forced me to at least try to think and come up with something." (E)

"The card does not affect judgment." (B)

"I think that with higher pressure — raising a card, I was trying to think more." (B)

"I went out on a limb — It motivated me more." (D)

"But when I could not understand the question at all, it forced me only to guess." (A)

"Raising the card was too forced, it worsen the quality of work." (D)

"In both cases I decided by myself." (B)

"It does not matter whether we answer using cards, but how the teacher explains it. And it usually does not affect each other." (D)

"I do not know if it helped me, it is great that we practice, but cards are according to my opinion useless." (D)

(Students' opinions from questionnaire.)

- The teacher should not interfere with students during discussion.

The teacher walked through the class during discussion. When she joined some group, students stopped talking, they listened to her, eventually spoke only one student, probably the one who was sure of his/her answer. (From lesson observation.)

- The teacher sometimes omits the second answering.

In some cases teacher omits the second answer and after group discussion moves to the explanation, which takes a form of discussion in whole class, when different students justify different answers. (From lesson observation.)

(teacher) “When I first used the method (*last school year*) we probably worked incorrectly. I let them answer for the first time and discuss in groups, then we justified their solutions together.” (From an interview after the lesson, feedback about the lesson.)

- Students can justify their answer by experiment.

(student) “It is the same!” (A reaction to building a circuit that confirmed the right solution. From lesson observation.)

- The teacher plans to improve the way of explaining the solution.

(teacher) “Next time I should distinguish better when I only repeat a student’s idea and when I certify the correct answer.” (From an interview after the lesson and a discussion about the student questionnaire.)

3.5 EMOTIONS AND STUDENTS’ OPINIONS ON THE METHOD

- The method allows students to experience positive emotions associated with finding the correct solution during the lesson.

(student) “I knew that.” (A comment to the solution, from lesson observation.)

There are happy smiling girls who chose the correct answer, but during the lesson they were looking forward to next lesson of social science. (From lesson observation.)

- The method gives students an opportunity to think about questions that they would not otherwise consider.

(student) “So the statement that “an electricity is consumed” is a nonsense.” (Linking the topic to the commonly used phrase in Czech language, from observation of lesson.)

(student) “Is the button metal?” (Part of the discussion about a part of a bulb, from lesson observation.)

- Student expects “ready truth” in lesson.

(student) “We convince others about misconceptions, someone tells me his opinion, which may not be true but I can trust it. As a repetition it is fine, but we should be sure about the topic, now we only confuse each other.” (From the student questionnaire.)

- The method helps students to understand the topic.

30 out of 48 students answered (Question no. 2, Appendix) that they understand the topic thanks to the method better than during other lessons, 2 students understand less and 16 as well as during other lessons. (From the student questionnaire.)

- Students like learning using this method.

32 out of 50 students answered (Question no. 3, Appendix) that they like the lesson more than usually, 3 students like it less and 15 as much as usually. (From the student questionnaire.)

STUDENTS' COMMENTS

(Letters in brackets are answers to Question no. 2 and Question no. 3, Appendix)

“I get the topic more ‘under the skin’, when not only the teacher solves the problem at the blackboard.” (A, A)

“Thanks to the discussion and thorough explanation I understand the topic better.” (A, A)

“It’s nice when we give to concrete questions concrete answers, compared to regular lessons, when it is the theory that I cannot imagine.” (A, A)

“I am more confused by opinions of other classmates. Although I am confused, it is fun.” (B, A)

“I do not understand as well as usual because I do not understand physics at all.” (C, C)

“It sways the opinion more.” (C, C)

“A proper explanation must follow, not only a discussion.” (A, A)

“Students unfortunately convince others about misconceptions, but it is fun.” (C, A)

“I understand the topic more, I like it more but on the other hand it takes too much time.” (A, A)

“But from two questions I will not understand all topic.” (A, A)

“I do not like it as much as usually.” (C, C)

“I like getting to know how my classmates think.” (A, C)

“I think that it is good when during a competition more students are involved than usually. It means more opinions and more points of view.” (C, A)

(Students’ opinions from questionnaire.)

(Note from teacher in reaction to student questionnaire: “The method was used at the end of the topic to repeat, not at the beginning of a new topic.”)

3.6 SIZE OF A CLASS

- There are differences in the use of the method in whole and cut class.

More students speak in whole class at the same time, so during the discussion it is noisier than in cut class. Even in whole class the teacher was able to move students into groups (in smaller area, not over the entire class). Compared to cut class the whole class seemed to be more passive, maybe confused. Students answered and discussed, but in larger number of students it was not possible to observe the enthusiasm and involvement of individuals such as in a cut class. (From lesson observation.)

3.7 ORGANIZATION OF SEATS

- The arrangement of seats affects discussion.

Figure 3 shows an inappropriate placement of chairs at the desk. Student one was speaking during the discussion. Student two was observing an explanation of student one, student three had to bend forward to hear and student four had stand up to hear the explanation. (From lesson observation.)

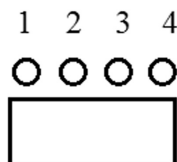


Figure 3: Inappropriate placement of chairs at the desk

3.8 TEACHER'S OPINIONS

“It is great that students are active and have the possibility to think and speak about the problem, which could deepen their knowledge of physics and develop their communication skills.”

“At the beginning it takes time to explain students how they should work, when they are allowed to communicate with classmates and when communication is not allowed.”

“It was not easy for me to be quiet, I wanted to help them (*students*), to hasten their work.”

“Some student questions (*posed thanks to ConcepTest questions*) were really unexpected for me, I had to improvise.”

“I do not know whether students really discuss the ConcepTest question or something else.”

“With electronics I must install a program and learn to work with it, questions must be set for collecting the responses.”

“I can easily see which answer students choose, because flashcards are colored.”
(From feedback after the lesson via email.)

(*Teacher's other comments are mentioned in previous subchapters.*)

4 DISCUSSION

4.1 TIMING, APPROPRIATE NUMBER OF CONCEPT TEST QUESTIONS

The teacher, after the experience with the method, decided that in the future she will use only 1–2 ConcepTest questions at most during one lesson. This fact is consistent with the recommendation for using the method, because the cycle with small lecture and one ConcepTest question usually takes at least 15 minutes (Mazur, 2014) and our lessons commonly have a length of 45 minutes.

Although ConcepTest questions seem to be simple for an experienced teacher, they are often posed the way that students had to think about the solution and the solution is not obvious for them at a first glance. ConcepTest questions also focus

on common students' misconceptions. Therefore, even for "simple" ConcepTest questions, it is not possible to significantly accelerate a solution.

We found out that it is appropriate to use the method after the explanation of a new topic when students are already informed about the topic and they should be able to answer the ConcepTest question.

Thanks to the ConcepTest question students have an opportunity to realize whether they understand the explanation correctly and whether the explanation is consistent with their opinion, etc. This fact is also consistent with the recommendation for using the method (Mazur, 2014).

Therefore suitable rate of using the method in these conditions is about once a month.

4.2 CHOOSING A VOTING SYSTEM, CREATING GROUPS AND GENDER BALANCE IN GROUP

The research described in (Lasry, 2008) shows that the use of flashcards and electronic devices is equally effective for the method. This case study shows that the teacher prefers flashcards. The reasons are that when using electronic voting system the teacher must install a program and learn to work with it, questions must be set for collecting the responses, etc. Using flashcards the teacher only brings sets of cards to the class. If the teacher is not also a researcher, it is not important for him/her to store the data about students' answers. Moreover, the price of electronic voting system is much higher than the price of flashcards. Another advantage of flashcards in relatively small classes of students is the fact that the teacher can immediately, after the first voting, see whether students sitting at the same desk have different answers and so the teacher can very quickly create groups for the discussion. It was not clearly established whether it is better to create mixed groups (boys and girls together) or homogeneous for the discussion.

4.3 FOLLOWING STEPS OF METHOD

Each step in the method has its important role so therefore the teacher has not to omit any of them. Students must know how they should work, when they are allowed to communicate with classmates and when communication is not allowed. Students must have enough time to think about the answers after posing the ConcepTest question.

24 % of students in the questionnaire noted that showing an answer by flashcard encourages them to think about the answers more than when students have only to think about the answer, without any expression of it.

This study showed, that the teacher should not get involved in students discussions because then students stop working. There could be different students in other classes who would not be able to work in a group. In this case help of teacher can be welcomed. The teacher in the group can take a role of a student and try to explain that for example answer A might be right, because (followed by his/her explanation). This way the teacher can teach students how to discuss.

It is important to keep the second answering after the discussion because every student should get an opportunity to realize whether they still agree with their first answer or whether his/her response was changed during the discussion.

If the teacher asks students to justify different responses during the solution, not only correct answer, and repeats these justifications aloud, there is a risk that

students “will believe what the teacher says, because the teacher always tells the truth”. So it is important to emphasize when teacher only repeats students’ answers and when explains and confirms the correct solution. It is possible to highlight the correct answer by circling it on the board.

Some answers of ConcepTest questions were verified by student experiments in class.

It is important not to evaluate the correctness of student responses. If students worked under the threat of assessment, their goal would be to find the correct answer from other students, not to think about their own opinion. This fact is consistent with the recommendation for using the method (Mazur, 2014).

4.4 EMOTIONS AND STUDENTS’ OPINIONS ON THE METHOD

Students have time to think about the topic during the lesson and they can discuss solutions of ConcepTest questions with classmates. All students are asked to work actively and each student gets immediate feedback to his/her work. The questionnaire shows that 62.5 % students realize that through this active approach they understand the topic better. 33.3 % respondents stated that they understand the topic as well as before. Only 4.2 %, that means two students, reported that they understand less than usually. These students are probably more willing only “to record and reproduce the solution later” than invent a solution independently.

Students evaluated learning using this method positively. 94 % students stated that they like the lesson more or the same as usually.

In questionnaire about the method students mentioned, that this way of learning takes more time and that the justification of solutions by students can be confusing.

The method is time consuming. Therefore in classes where Peer Instruction is used more often, it is usually implemented with reading study materials prior to the lesson. More about the home preparation of students can be found for example online at (Schell, 2016).

Justification of solutions by students helps them to develop critical thinking and communication skills.

Students’ emotions associated with their success in finding the correct solution seemed very positive during lesson observations.

4.5 SIZE OF A CLASS AND ORGANIZATION OF SEATS

Smaller number of students speaks during the discussions in cut classes, therefore cut classes seemed to be calmer. Since the method was developed and effectively used for tens to hundreds of students in a lecture hall (Mazur, 2014), there should not be significant difference in learning gain of students between whole and cut class. The teacher has a better overview and can easily organize transfers of students between groups in smaller classes. It seems to be more pleasant for the teacher to make the first steps with this method in cut class.

The study showed that the arrangement of seats around the desk for discussion is important. If more than three students are sitting side by side in a row, students at the end of the line cannot follow the discussion because they obstruct each other’s view. More appropriate arrangement is “two and two” students sitting against each other, or placement in a circle around the desk. This fact is consistent with the recommendation for using the method (Mazur, 2014).

4.6 TEACHER'S OPINION

The teacher thinks that at the beginning it took time to explain students how to work. She was surprised that some students did not understand the topic and they were not able to answer "simple question".

It was not easy for her to stay quiet and not to help students during the work.

According to her opinion, the discussion is good for developing students' communication skills and can help students understand physics better.

It was not easy for her when she had to improvise because she got some unexpected questions.

She could not control discussions, so she did not know whether students really speak about the topic and it was not pleasant for her.

5 CONCLUSIONS

Using the Peer Instruction method for learning at upper secondary school showed how to convey the benefits of the method with the least possible change of the existing lessons. As advantages teacher mentioned room for activating the students and opportunity to develop their communication skills, reasoning and expression. Students have a possibility to think about the problem, which could deepen their knowledge of physics.

As an obstacle the teacher considers the initial time-consuming part for the explanation to students how and why they should work in the method. Also, it is not easy to manage the lesson at the beginning when the teacher improvises.

As disadvantageous teacher considers that she is not able to determine whether students really discuss the ConcepTest question in groups.

The best time for application of the method was identified the time after the explanation of a new topic when students create ideas about the new topic and integrate new material into the already studied topics, or into ideas that they bring from the life outside of school.

It is appropriate to use one or two ConcepTest questions in one 45 minutes lesson.

Colored flashcards proved to be useful for collecting responses. Students choose the card by letter; the teacher recognizes responses by color of cards. Using paper flashcards appeared as easier than electronic voting systems for the teacher. There is no need to install and study some new software. Also the teacher can immediately see the distribution of responses in the classroom, which is useful for creating appropriate groups for discussion.

It appears difficult for teacher not to interfere with the work of students, not to hasten their work and follow all steps of the method. The teacher should not pass between discussing groups because in this case students stop working and expect the teacher's advice.

Whether the teacher repeats student incorrect justifications aloud, there is a possibility that students "will believe what the teacher says, because the teacher always tells the truth". So it is important to emphasize when teacher only repeats students' answers and when explains and confirms the correct solution.

It was shown that it is possible to confirm the solution by students experiment.

Students evaluate learning by Peer Instruction positively. 62.5 % students claim that through this method they understand the topic better. 94 % students stated that they like the lesson more or the same as usually. Students evaluate positively

that not only the teacher solves problems on the blackboard but also they can see how other classmates think about the solution. Also students feel more involved in the learning process. Students evaluate negatively that this kind of work takes a lot of time and it is easier to be fooled by a wrong opinion of a classmate.

24 % of students consider showing answers by flashcards before the discussion to be motivational.

We concluded that even though the method is suitable for large groups of students, it may be useful for teachers to make the first steps with the method in a cut class. We experienced that in a smaller group of students the teacher has greater insight into whether students work and discussions are not so loud.

It was not clearly established whether it is better to create mixed groups (boys and girls together) or homogeneous for the discussion.

The study showed that the arrangement of seats around the desk for discussion is important. Students must see each other in the group, so appropriate arrangement is “two and two” students sitting against each other, or placement in a circle around the desk. Inappropriate is more than three students sitting side by side in one row.

The motivation for this case study was the fact that the method has been proven as beneficial for students. The goal of the study was to determine how these benefits can be transferred to smaller classes and younger students and describe the process of this implementation. Such an approach in connection with Peer Instruction is not so common, therefore it is not possible to compare the results with a number of other similar research studies.

During further studies at upper secondary school it would be suitable to determine whether the effectiveness of the method changes in cut and whole classes for example by comparing the increase in correct answers before and after the discussion. It would also be useful to determine the youngest age at which pupils are able to learn using this method and which benefits the method can offer them.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by The Charles University Grant Agency (GAUK) under Contract 1408213.

BIBLIOGRAPHY

Crouch, C.H. & Mazur, E. (2001). Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970–977.

Dvořáková, I. (2014). Active learning in the Heureka Project — teachers in the role of students. *ICPE-EPEC 2013 Conference Proceedings*. 47–62. Available from http://iupap-icpe.org/publications/proceedings/ICPE-EPEC_2013_proceedings.pdf

Ghosh, S. & Renna, F. (2006). Technology in support of good pedagogy: Electronic response systems and Peer Instruction in an economics classroom. *Social Science Research Network*. Available from http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=888544

Harvard.edu. (2016). *APPHY 50A: Physics as a Foundation for Science and Engineering, Part I*. Available from <https://canvas.harvard.edu/courses/13398>

Lasry, N. (2008). Clickers or Flashcards: Is There Really a Difference? *The Physics Teacher*, 46, 242–244.

- Lepil, O. & Šíroková, M (2001). *Sbírka testových úloh k maturitě z fyziky*. Prometheus.
- Mazur, E. (2014). *Peer Instruction: A user's manual*. Pearson Education Limited.
- Pearson (2016). *Learning Catalytics*. Available from <https://learningcatalytics.com/>
- Penuel, W. R., Boscardin, C. K., Masyn, K. & Crawrord, V. M. (2007). Teaching with student response systems in elementary and secondary education settings: A survey study. *Educational Technology, Research and Development*, 55(4), 315–346. Available from <http://link.springer.com/article/10.1007/s11423-006-9023-4>
- Rao, S. P. & DiCarlo, S. E. (2000). Peer Instruction improves performance on quizzes. *Advantage in Physiology Education*, 24(1), 51–55.
- Savinainen, A. & Scott, P. (2002). Using the Force Concept Inventory to monitor student learning and to plan teaching. *Physics Education*, 37(1), 53–58.
- Schell, J. (2016). *Turn to your neighbor*. The official Peer Instruction blog. Available from <http://blog.peerinstruction.net/>
- Šestáková, J. (2016). *Peer Instruction*. Available from <http://peerinstruction.cz/>
- Švaříček, R. & Šedová, K. (2007). *Kvalitativní výzkum*. Portál.

JANA ŠESTÁKOVÁ, Jana.Sestakova@mff.cuni.cz
Charles University, Faculty of Mathematics and Physics
Department of Physics Education
V Holešovičkách 2, 180 00 Prague, Czech Republic

APPENDIX: QUESTIONNAIRE FOR STUDENTS

QUESTION NO. 1

During answering the questions in one case you showed an answer before the discussion, in the second one you did not. How did that affect your work? Did showing the answer by flashcard force you to think of the answer?

- Using the card I chose the answer, without it I did not.
- In both cases I chose the answer.
- In either case I did not choose the answer.
- Choosing the answer depended on the question; it did not matter if I raised my card or not.
- Other answer: (write)

QUESTION NO. 2

When working “with flashcards” (answering by myself, discussing solutions with classmates, answering again)

- I understand the topic more than usually.
- I understand the topic less than usually.
- I understand the topic as well as ever.

QUESTION NO. 3

When working “with flashcards” (answering by myself, discussing solutions with classmates, answering again)

- a) I like the lesson more than usually.
- b) I like the lesson less than usually.
- c) I like the lesson the same as usually.

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 (Univerzita Karlova v Praze)

doc. RNDr. Naďa Vondrová, Ph.D.

Redakce (Univerzita Karlova v Praze)

prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.

doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

prof. RNDr. Jarmila Novotná, CSc.

PhDr. Martin Rusek, Ph.D.

doc. RNDr. Vasilis Teodoridis, Ph.D.

Členové redakční rady

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Zahraniční členové redakční rady

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

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

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

Adresa redakce

Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta (Naďa Vondrová)

Magdalény Rettigové 4, 116 39 Praha 1

e-mail: scied@pedf.cuni.cz

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

Sazbu v systému \LaTeX zpracoval Miloš Břejcha, Vydavatelský servis, Plzeň.

Logo navrhl Ivan Špirk.

Redaktorka a jazyková korektorka Bc. Zdeňka Janušová