

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie a matematika se zaměřením na vzdělávání



Kateřina Ettlerová

Využití počítačů a digitálních měřicích čidel v praktické výuce přírodovědných předmětů

Use of computers and digital sensors in practical education of science

Bakalářská práce

Školitel: RNDr. Jan Mourek, Ph.D.

Praha, 2015

Poděkování:

Ráda bych poděkovala RNDr. Janu Mourkovi, Ph.D. za ochotu a cenné rady v průběhu tvorby této práce. Dále děkuji své rodině za podporu a vytvoření vhodných podmínek pro psaní.

Prohlášení:

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

V Praze, 13. 8. 2015

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je shrnout problematiku využití ICT v rámci praktické výuky přírodních věd na základním a středním stupni vzdělávání s důrazem na SBL a MBL. Poznatky jsem čerpala z původních vědeckých článků a výzkumů a zaměřila se na didaktické a pedagogické aspekty tématu. Práce hodnotí výhody, nevýhody a případná rizika používání ICT v praktické výuce přírodních věd a předkládá postoje žáků a studentů k těmto inovativním metodám. Na základě zjištěných údajů lze říci, že metody zahrnující ICT mají velký potenciál, který v současné době není plně využíván.

Klíčová slova

praktická výuka, výuka přírodních věd, microcomputer-based laboratory, simulation-based laboratory, badatelsky orientované vyučování

Abstract

The aim of this study is to sum up using ICT in teaching Science in primary and secondary education, emphasizing especially SBL and MBL. Data for this study were obtained from scientific articles and research, focusing on didactic and pedagogical aspects of the topic. The thesis reveals advantages, disadvantages and possible risks of using ICT and looks into the students' and teachers' opinion on these innovative methods. In conclusion, the thesis argues that the methods using ICT offer great potential, which is not being used to it's full.

Key words

practical education, science education, microcomputer-based laboratory, simulation-based laboratory, inquiry-based education

Obsah

1. Úvod	1
2. Výuka přírodních věd	2
2.1. Praktická výuka.....	2
2.1.1. Badatelsky orientovaná výuka.....	3
2.2. Vzdělávací oblast Člověk a příroda.....	5
3. Informační technologie v praktické výuce biologie a přírodopisu.....	6
3.1. Zpracování získaných údajů.....	7
3.2. Simulation-Based Laboratory (SBL).....	8
4. Digitální měřicí čidla.....	10
4.1. Fungování digitálních měřicích čidel	10
4.2. Microcomputer-Based Laboratory (MBL)	11
4.3. Přínosy používání MBL	12
4.4. Použití senzorů v závislosti na věku dítěte.....	13
4.5. Využití m-technologií.....	14
5. Porovnání Simulation-Based Laboratories a Microcomputer-Based Laboratories	15
6. Názory žáků a studentů.....	18
7. Shrnutí a závěr	19
Seznam literatury	22

1. Úvod

Ve své bakalářské práci jsem se chtěla věnovat především tématu praktické výuky v oblasti přírodních věd, protože mě samotnou praktická cvičení na střední škole hodně formovala a měla velký vliv na výběr vysoké školy a budoucího povolání. Téma praktické výuky je poměrně obsáhlé, takže bylo nutné zvolit si konkrétní podoblast, které se budu věnovat. V dnešní době počítačů, techniky, virtuálního světa velká část dětí i v České republice vyrůstá pod vlivem moderních technologií, které zaznamenávají celosvětový boom. Položím-li si otázku, kam se bude výuka posouvat v následujících desítkách let, je velmi pravděpodobné, že počítačové a komunikační technologie budou v tomto procesu hrát velkou roli. Jsou ale dnešní pedagogové připraveni přijmout tuto výzvu a zajistit žákům a studentům kvalitní výuku prostřednictvím jim blízkého světa? Umožňuje dnešní rámec vzdělávání dostatečnou implementaci ICT do výuky? Jsou ještě nějaké další důvody, proč ICT do výuky začlenit? A jak? Na tyto a ještě některé další otázky se pokusím najít odpověď v této práci, která bude rešerší původních vědeckých článků zaměřených na téma využití počítačů a digitálních měřicích čidel v praktické výuce přírodovědných předmětů.

Vzhledem k mému zaměření studia jsem původně chtěla práci omezit na praktickou výuku biologie a přírodopisu. V průběhu vypracovávání jsem však narazila na nedostatek článků a výzkumů zabývajících se problematikou čistě biologických cvičení. Většina článků je zaměřená na přírodní vědy jako celek, popř. na fyziku a chemii. Vzhledem k tomu, že biologie je velmi komplexní disciplína a v experimentální části zahrnuje chemii i fyziku, bylo vhodné po konzultaci s vedoucím práce téma rozšířit na praktickou výuku přírodních věd. Důraz je kladen na výuku druhého a třetího stupně, ale v některých oblastech zmiňuji i jiné věkové kategorie. V práci zdůrazňuji aspekty didaktické a pedagogické, technické parametry, které přesahují rámec znalostí průměrného uživatele, vynechávám, ale byly by zajímavým tématem pro studenty IT technologií. Konkrétně se věnuji třem dle mého názoru zásadním oblastem, tj. zpracování údajů získaných v experimentu, výuce s využitím simulačních programů a využití digitálních senzorů pro školní experimenty.

2. Výuka přírodních věd

Přírodovědné vzdělávání prošlo během historie velkým množstvím změn, spočívajících především v hledání samotného smyslu a zaměření výuky. Důsledkem toho docházelo k úpravám náplní osnov či způsobu výuky přírodovědných předmětů. Přírodní vědy byly začleněny do výuky přibližně před 350 lety, avšak systematické vzdělávání, které dalo pevné základy dnešnímu pojetí výuky, je o 100 let mladší (Doulík a Škoda 2009). Mnoho vědců se snažilo definovat přírodní vědy v širším kontextu doby, některé z nich jsou zajímavé a mnoho vypovídající i z hlediska dnešního pojetí výuky; příkladem uvedu citát D. Rollera: „Věda je pátrání po poznání. Nikoli poznání samotné.“ (Duschl 1990, cit. dle Doulík a Škoda 2009). Myslím si, že tento citát by mohl být výzvou všem současným učitelům přírodních věd a praktická výuka by měla rozvíjet schopnost a touhu žáků pátrat po poznání přírody, tzn. chtít navrhnout experiment, nebát se provádět pokusy a umět vyvozovat důsledky ze získaných dat. Tento trend můžeme pozorovat i ve výzkumu výuky přírodních věd. Hlavními tématy současnosti jsou možnosti a efektivita zapojení studentů do vědecké argumentace a hledání nejvhodnějších způsobů, jak lze do argumentace studenty zapojit (Hofstein a Lunetta 2004). Tyto studie by měly mít významné důsledky pro výuku přírodovědně zaměřených předmětů a pro tvorbu jejich učebních osnov. Precizní argumentace je ve výuce přírodních věd velmi důležitá, neboť jejím cílem je naučit studenty logickému odvozování, odůvodňování požadovaných znalostí a pochopení podstaty problematiky (Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez, a Duschl 2000).

2.1. Praktická výuka

Millar (2004) ve své knize říká, že praktická výuka přírodních věd je nezbytnou součástí vzdělávání a má dva cíle: rozvíjet studentům znalosti o vědě a znalosti vědy samotné. Během výuky přírodních věd je kladen velký důraz na tzv. autentický výzkum při výuce. Jedná se o metodu, kdy žáci provádějí pokusy výzkumného charakteru, shromažďují jejich výsledky, třídí a vyhodnocují je např. pomocí grafů a ty se následně učí správně interpretovat (Doulík a Škoda 2009). Je ale důležité uvědomit si při přípravě praktických cvičení významné rozdíly mezi výukovou a výzkumnou laboratoří; studenti nemají za úkol objevovat nové úkazy a narážet na hranice poznání, studenti si mají pomocí praktické ukázky ověřit již přijatou znalost (Millar 2004). V současnosti se stále více začínají na školách uplatňovat virtuální experimenty, které žákům zprostředkovávají pouhým okem nepozorovatelné jevy, jež jsou

podstatné pro pochopení vnitřních procesů pozorovaného systému. Praktická výuka přírodních věd není důležitá pouze pro důkladné pochopení a osvojení si právě probírané látky, ale navíc vybavuje žáky návyky v procesu myšlení i v ostatních předmětech a běžných životních situacích. Můžeme předpokládat, že zkušenosti žáků s praktickou výukou se promítnou do vyššího stupně přírodovědného vzdělávání a sníží tak pasivitu studentů během přírodovědně zaměřených předmětů (Doulík a Škoda 2009).

V této práci úmyslně preferuji termín „praktická výuka“ či „praktická cvičení“ před „laboratorními pracemi“; praktická výuka se nemusí odehrávat pouze ve školních laboratořích, ty jsou jen jedním z možných míst pro práci s pozorovanými objekty. Některá témata lze dle mého názoru lépe demonstrovat přímo v terénu nebo např. v počítačové učebně, kde má každý student vlastní PC. Stejný názor ve svých publikacích prezentují např. i Millar (2004) nebo Braund a Reiss (2006).

2.1.1. Badatelsky orientovaná výuka

V rámci moderní výuky přírodovědných předmětů se velmi často mluví o „Badatelsky orientovaném vyučování“ (BOV). Tento název je volným a nepřesným překladem anglického názvu inovativní učební metody „inquiry based education“ (IBE), v rámci přírodních věd „inquiry based science education“ (IBSE). Ačkoli plný význam slova „inquiry“ je do češtiny těžko přeložitelný, můžeme jej opsat slovy jako bádání, zkoumání, hledání pravdy, pátrání, vyšetřování, dotazování se (Stuchlíková 2010, Papáček 2010a). Jako příklad uvedu citát, ve kterém Stuchlíková nalézá překryv mnoha definic: „Inquiry je cílevědomý proces formulování problémů, kritického experimentování, posuzování alternativ, plánování zkoumání a ověřování, vyvozování závěrů, vyhledávání informací, vytváření modelů studovaných dějů, rozpravy s ostatními a formování koherentních argumentů.“ (Linn, Davis, a Bell 1999, cit. dle Stuchlíková 2010). Pokud se zaměříme na průběh BOV, zjistíme, že i tam nejsou zcela jasně definované metody. Jedná spíše o přístup k výuce. Učitel sice stále funguje jako zdroj vědomostí, ale žákům je nepředává výkladem. Učitel má žáky podněcovat k aktivnímu řešení problému svými otázkami a být jim průvodcem v úkolech, které mají podobu vědeckého výzkumu (Papáček 2010a). V České republice je BOV teprve na počátcích svého zavádění a setkává se s poměrně velkým množstvím komplikací, včetně neprofesionálního přístupu

pedagogů. Papáček (2010b) identifikoval hlavní limity zavádění BOV do českých škol, které by se daly shrnout takto:

V České republice neexistuje dostatečné množství učebnic a metodických příruček zabývajících se BOV v přírodovědném vzdělávání. Zahraniční literatura nabízí články zaměřené na BOV především v oblasti matematiky, fyziky a chemie, biologická oblast pro svou komplexitu není dostatečně zpracovaná. To má za následek omezenou možnost vzdělávání učitelů v oblasti BOV. Důležitost studijních materiálů a metodických příruček typu „Jak na to?“ není v ČR dostatečně uznávána, a proto pedagogové/didaktikové věnující se této problematice nejsou dostatečně finančně ani profesně ohodnoceni. V přímém důsledku toho nedochází k dostatečnému vzdělávání učitelů. V našem vzdělávacím systému zatím zcela chybí systematická příprava učitelů na BOV a ani samotní studenti vysokých škol nejsou dostatečně vedeni a motivováni k získávání praktických zkušeností s BOV. Je jen těžko představitelné, že učitelé bez osobní zkušenosti s BOV budou efektivně tuto metodu používat v praxi. Dalším problémem je buď úplná absence, nebo nedostatečná vybavenost školních laboratoří. Pomůcky jsou pro školy často finančně nedostupné a nemohou pokrýt všechna vyučovací témata. Tento fakt se vztahuje i na digitální měřicí čidla či počítačové simulace. Ačkoli jsou snahy zařadit BOV do systému vzdělávání přírodních věd, vzhledem k vysokému tlaku působícího na učitele, neexistuje pro pedagogy dostatečný důvod pro praktické zavedení BOV do výuky. BOV je náročná na přípravu, provedení i vyhodnocení a její výsledek není zaručen. Může se tedy stát, že čas strávený s BOV nepřinese své ovoce, a to si učitel v dnešní době z důvodu velkého množství probírané látky nemůže dovolit.

Myslím si, že pro většinu učitelů je nepředstavitelné integrovat BOV do běžných hodin, nemají a zřejmě ještě dlouho nebudou mít dostatečnou časovou a materiální podporu pro tento styl výuky, ale přímo se nabízí pojmout tak praktická cvičení a snažit se žáky vtáhnout do výuky jejich touhou po vyřešení úkolu. Velkým pomocníkem v takové praktické výuce jsou SBL a MBL, které žákům usnadní technické provedení experimentu a umožní jim nahlédnout na problematiku z více vědeckého pohledu.

2.2. Vzdělávací oblast Člověk a příroda

Vzdělávací oblast Člověk a příroda je obsažena jak v rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (RVP ZV), tak v rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia (RVP G). Na II. stupni ZŠ zahrnuje v současné době čtyři předměty: fyzika, chemie, zeměpis a přírodopis, na střední škole je pak přírodopis nahrazen biologií.

V rámci základního vzdělávání má vzdělávací oblast Člověk a příroda za úkol poskytnout žákům informace, díky kterým budou schopni vnímat svět kolem sebe komplexně, dokážou odůvodnit základní přírodní či technická fakta a jejich mechanismy. Žáci by si během výuky měli osvojit základní mechanismy zkoumání přírody a přírodu vnímat jako celek obsahující velké množství procesů, které se vzájemně ovlivňují a na sebe navazují. Ze získaných znalostí by žáci měli pochopit úlohu udržování přírodní rovnováhy a rizika, která plynou z přírodních procesů, z lidské činnosti a ze zásahů člověka do přírody. Během výuky předmětů spadajících do této oblasti se u žáků podporuje kritické myšlení, logické uvažování a otevřenost vůči alternativním názorům (MŠMT 2013).

Na gymnaziální úrovni je více než vhodné podporovat hledání poznání a využívání přírodních zákonitostí ve výuce přírodních věd ještě mnohem více než na nižším stupni vzdělávání. Náplní výuky nemá být konstatování skutečností, popis nebo klasifikace probírané látky, ale aktivní hledání souvislostí mezi poznanými částmi objektu. Takový přístup vede k zájmu studentů o předmět díky přirozené lidské zvědavosti a zároveň se látka stává prakticky využitelnou v běžném životě (studenti dokážou zákonitosti aplikovat i mimo probíranou látku) (VÚP 2007).

Z výše uvedených náplní vzdělávací oblasti Člověk a příroda, kam spadají přírodovědné předměty, je patrné, že důležitou součástí výuky by měla být praktická výuka. Ta je i v dnešní době na školách často vnímaná jako druhotná, méně důležitá část předmětu. Nechci nijak snižovat důležitost teoretické části – bez její znalosti by často praktická výuka nemohla plnit svou funkci, ale myslím si, že pro opravdové pochopení souvislostí a trvalé zapamatování si látky je praktická zkušenost nezbytná.

3. Informační technologie v praktické výuce biologie a přírodopisu

Na přelomu 20. a 21. století došlo k velkému rozmachu digitálních počítačových technologií a k jejich integraci do škol. Tento fakt s sebou přinesl nové nástroje a postupy pro shromažďování, zobrazování a zpracovávání dat a výsledků získaných v rámci praktické výuky biologie i ostatních přírodovědných předmětů (Talbot-Smith et al. 2013). Mimo jiné mohou tyto nástroje poskytovat média pro komunikaci mezi studenty, ať už v rámci laboratoře nebo mimo ni (Hofstein a Lunetta 2004).

Barton (2004a) si ve své knize „Teaching Secondary Science with ICT“ klade otázku, proč používat ICT (Information and Communication Technologies) v praktické výuce přírodovědných předmětů. Jeho odpovědi jsou následující:

- I. motivuje studenty, aby se aktivně zapojili do výukové hodiny;
- II. dává prostor pro diskuzi, ve které studenti mohou projevit svůj názor a zároveň naslouchat názorům ostatních;
- III. poskytuje studentům příležitost navrhnout vysvětlení pro to, co pozorují;
- IV. poskytuje studentům možnost vyzkoušet si své vlastní nápady.

Sám ovšem namítá, že tyto stimuly může žákům poskytnout i kvalitně vedené konvenční praktické cvičení bez využití ICT.

Od roku 1992 zkoumal Edelson (2001) s kolegy z Center for Learning Technologies in Urban Schools využití technologií během výuky a potřebu používat ICT v praktické výuce přírodovědných předmětů vysvětluje v následujících třech bodech:

- I. výpočetní technologie se stávají stále důležitější pro vědeckou praxi. Počítače nyní hrají hlavní roli ve sběru a analýze dat, modelování a diskuzi výsledků ve výzkumu. Jakákoli snaha zapojit studenty v autentické vědecké praxi by měla respektovat tento trend;
- II. počítačové nástroje nabízejí významné výhody pro učení v jejich schopnosti ukládat a prezentovat informace v dynamických a interaktivních formátech;
- III. zavedení počítačů do škol představuje příležitost k reformě. Počítače jsou dle autora instalovány ve velkých počtech spíše z politických než pedagogických důvodů a to často bez plánu pro jejich integraci do učebních osnov. Je přesvědčen, že správnou

prezentací využití ICT školám může dojít díky zavedení počítačů do škol k velké reformě výuky přírodovědných předmětů.

Třetí z Edelsonových odpovědí na otázku potřeby zavádění ICT do praktické výuky přírodovědných předmětů nahlíží na danou problematiku z jiného úhlu, resp. nezohledňuje žákovy potřeby. Pokud ale srovnáme jeho první dva uvedené důvody s odpověďmi Bartona, zjistíme, že ačkoli oba hledají vysvětlení jinde, navzájem si neodporují. Edelson se drží užšího pojetí otázky a poukazuje na přímé výhody používání ICT, Barton se zabývá globálnějšími důsledky integrace ICT do praktické výuky přírodních věd. Při samotné výuce by si učitel měl uvědomovat oba dva výše zmíněné rozměry potřeby použití ICT při praktické výuce a nezaměřovat se pouze na jeden z nich.

V této práci se budu věnovat dvěma základním podoblastem využití ICT v praktické výuce biologie, tj. zpracovávání získaných údajů a počítačové simulace jako alternativy k reálně prováděným pokusům. Samostatnou kapitolou pak budou digitální měřící čidla, která velmi úzce s ICT souvisí.

3.1. Zpracování získaných údajů

Ať už výstupní data vzejdou ze skutečných experimentů nebo z počítačové simulace, nabízí se možnost jejich digitálního zpracování. Při správné volbě softwaru mohou studenti zpracovávat mnohem větší množství dat, než by byli schopni bez použití ICT, navíc data mohou být úplná, přesná a prováděné operace mohou být náročnější (Hofstein a Lunetta 2004).

Používáním softwaru pro zpracování dat studenti získávají i možnost zkoumat grafy vztahů generovaných v reálném čase podle toho, jak experiment pokračuje. Stejná data mohou vidět také v tabulce či jiných vizuálních reprezentacích výsledků. Použití vhodné vizualizace může usnadnit porozumění a pochopení probírané látky. Lze zkoumat funkční vztahy a důsledky modifikace proměnných a hledat vysvětlení těchto změn. Tyto možnosti pomohou studentům vnímat probíranou látku spíše jako komplexní proces než jako segmenty několika procesů (Hofstein a Lunetta 2004).

Praktická cvičení jsou v rámci školní výuky časově velmi náročná. Učitelé často zmiňují nedostatek času pro splnění učebních osnov a jakákoli inovace, která by mohla zajistit více

času pro experimenty, by mohla být velmi prospěšná a vítaná. Barton (2002) provedl srovnávací studii, během které rozdělil studenty do dvou skupin – první skupina pro sběr a analýzu dat používala ICT, druhá data vynášela ručně. Výsledky nebyly nijak překvapivé a potvrdily hypotézu vycházející z logické úvahy: práce s ICT výrazně zkracuje dobu potřebnou pro zpracování dat získaných během praktické výuky. Žáci strávili dvakrát až čtyřikrát více času na ručním zpracování a vnesení dat do grafů než skupina využívající ICT. Největší rozdíl byl patrný u mladších žáků (8 let). Skupina žáků využívající ICT většinu času cvičení věnovala diskuzi s vyučujícím nad výsledky, zatímco druhá skupina zpracování výsledků. Pokud se učitelé a jejich studenti naučí správně používat ICT pro sběr a analýzu dat, studenti mají více času na pozorování, reflektování a k vybudování koncepční znalosti, která je základem praktického cvičení (Hofstein a Lunetta 2004).

3.2. Simulation-Based Laboratory (SBL)

Počítačové simulace jsou programy, které obsahují modely určitého systému nebo procesu.

Dle de Jonga a van Joolingena (1998) je můžeme rozdělit do dvou základních skupin:

- I. simulace obsahující konceptuální model – představuje zásady, pojmy a fakta simulovaného objektu (např. elektrický obvod);
- II. simulace založené na funkčním modelu – obsahuje sekvence kognitivních a nekognitivních operací, které mohou být aplikovány k simulaci systému (např. funkční model neuronu).

Simulace dle výše zmiňovaných autorů také můžeme rozdělit dle komplexity modelu. Některé mohou být velmi jednoduché, zaměřené na jednu konkrétní skutečnost (např. Mendelovy zákony), jiné zase zcela komplexní (např. lidské tělo jako celek). V rámci tohoto dělení existuje celá škála složitosti modelů.

V současné výuce nacházejí simulace stále větší uplatnění – jedná se o na náklady a organizaci nenáročný způsob, jak propojit drahé a těžce uskutečnitelné experimenty s prostředím školní výuky (Baggott a Nichol 2002). Vítanou možností je i využití internetových aplikací a simulací, které často nejsou složité, a svou dostupností se jejich uživatelská základna rozšiřuje. V kombinaci s možností sdílení zkušeností s danou aplikací potenciál těchto modelů vzrůstá (Wardle 2002).

Počítačové simulace mají velký potenciál pro zlepšení kvality výuky přírodovědných předmětů. Během praktických cvičení například umožňují studentům upravit podmínky či proměnné pokusu, aniž by byla jejich práce ohrožena nedostatkem času či materiálu. Simulace také mohou odbourat rozptýlení žáků způsobené pro ně nezvyklým prostředím laboratoře nebo přílišným soustředěním se na technické provedení úkolu a zaměří jejich pozornost na důležité aspekty pro plánování, provedení a vyhodnocení experimentu (Millar 1999, cit. dle Millar 2004).

Je důležité, aby vyučující dokázal do výuky integrovat počítačové simulace ve vhodné míře – žákům sice snadněji objasní některé jevy a procesy, ale zároveň je potřeba, aby si během praktické výuky zažili i běžné metody vědeckého zkoumání. Počítačové simulace samozřejmě nemohou plně poskytnout podklady pro znalost přírody a přírodních zákonitostí, ale mohou být dobrým základem pro pozorování skutečných jevů se zaměřením studentovy pozornosti na konkrétní vlastnosti dané problematiky (Millar 2004).

Jaakkola a Nurmi (2008) uskutečnili finský výzkum, ve kterém se zabývali porovnáním efektivity kombinování simulační výuky s laboratorní činností vůči používání těchto dvou metod odděleně. Výsledky ukázaly, že ve všech třech typech učebního prostředí došlo k nabytí znalostí probírané látky (prokázáno testováním před a po výuce). Nejlepších výsledků v rámci zkoušení po proběhnutí výuky dosáhli studenti, kteří byli zapojeni do kombinované výuky, to znamená, že u nich probíhala simulační i klasická laboratorní výuka. Průměrné skóre bylo podstatně vyšší a rozptyl kolem střední hodnoty nižší, než u zbylých dvou porovnávaných skupin. Kombinovaný způsob výuky nejvíce podporoval koncepční porozumění žáků.

Z výše uvedených informací je tedy zřejmé, že v rámci přípravy výuky musí učitel provést důležité rozhodnutí – zda bude látku demonstrovat tradičním způsobem, nebo zda využije počítačové simulace. Využití simulace se zdá být pro učitele jednodušší, ale je zde nebezpečí, že se jednoduchost použití stane nežádoucí – žáci mohou simulaci začít využívat nestrukturovaně, bez jasného cíle, a tím se jejich pozornost odvede od původně zamýšleného účinku. Počítačové simulace by tedy měly být použité v rámci strukturované aktivity a neměly by nahrazovat výuku vedenou učitelem. Stejně jako u ostatních metod výuky je nutné posoudit vhodnost využití počítačové simulace vzhledem k schopnostem

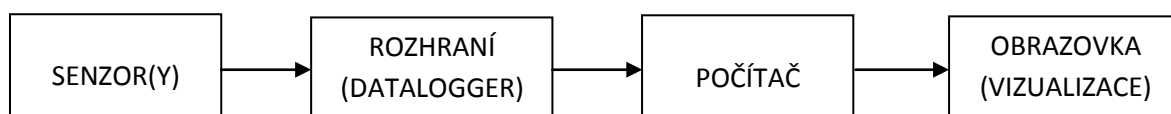
žáků, bezpečnosti (některé experimenty není vhodné tradičním způsobem prezentovat), učebním osnovám, k dostupnosti potřebného IT vybavení a dalším podmínkám, které mohou použití simulace podpořit nebo naopak znesnadnit (Baggott a Nichol 2002).

4. Digitální měřicí čidla

V moderní výuce existuje velká škála možností využití ICT. V přírodních vědách se navíc nabízí možnost v rámci praktické výuky využít digitální měřicí čidla jakožto nástroje pro sběr a analýzu dat. Mohlo by se zdát, že větší počet možností využití měřicích čidel bude poskytovat fyzika či chemie, ale zdání klame. Učitelé by se neměli bát využívat senzory i pro výuku biologie, protože učební osnovy obsahují velkou škálu jevů, které lze snadno demonstrovat právě pomocí digitálních měřicích čidel. Prudký rozvoj moderních technologií nyní dovoluje nápadité použití čidel pro měření různých parametrů; nejsnáze zaznamenané parametry jsou například změny objemu, hmotnosti, tlaku, teploty, intenzity světla a různých chemických veličin jako je pH nebo množství rozpuštěného kyslíku (Newton 1997).

4.1. Fungování digitálních měřicích čidel

Pro praktické používání digitálních měřicích čidel uživateli postačí běžná znalost používání ICT. Experimentální soustavy se skládají z jednoho nebo více senzorů, vhodného rozhraní či dataloggeru a počítače, který díky správnému softwaru umožní vizualizaci experimentálních dat v reálném čase (Moreno 2013).



Obrázek 1: Obrázek a schéma soustavy microcomputer based laboratory (MBL); Obrázek a schéma jsou převzaty z: Moreno (2012)

Senzory reagují na fyzikální veličiny, jako je např. intenzita světla, teplota nebo koncentrace kyslíku, a naměřené hodnoty následně převádí na elektrický signál, který je přenášen na rozhraní nebo datalogger (Barton 2004b). Samotné rozhraní funguje jako analogově-digitální převodník (A/D) a počítačový software vytváří tabulky dat a generuje grafy (Moreno 2013). Datalogger je samostatný přístroj mimo počítač, který sbírá údaje získané ze senzorů a následně po propojení s počítačem je odesílá k dalšímu zpracování (Frost 1993).

Využití dataloggerů může být variabilní. Buď z něj data mohou být přenášena do počítače již v průběhu měření a grafy, které prezentuje počítačový software, jsou zobrazovány v reálném čase, nebo lze datalogger použít jako záznamník a data přenést do počítače později. Druhý způsob nakládání s údaji přímo vybízí k rozšíření praktické výuky biologie mimo prostory školní laboratoře, senzory pak mohou být hojně využity v terénu a data vyhodnocena po návratu do školy. Další možností je sbírat data na dataloggeru v delším časovém úseku a následně je porovnávat (Barton 2004b).

4.2. Microcomputer-Based Laboratory (MBL)

Microcomputer-based laboratory (MBL) je druh laboratorní činnosti, během které dochází k propojení sond a počítačů za účelem měření, záznamu a analýzy dat (Chen et al. 2014). Tato technika poskytuje studentům nástroje, díky kterým mohou již během studia na základní či střední škole více používat vědecké metody při praktické výuce a odstraňuje některé z logistických problémů, kterým jsou vystavováni učitelé přírodovědně zaměřených předmětů (Linn 2012). Příkladem takového problému může být délka doby potřebná pro sběr dat. Tato délka se může velmi lišit, někdy je potřeba zachytit změny probíhající ve zlomcích sekund, jindy je nutné pozorovat a měřit několik dnů či týdnů (Good a Berger 2005). S vývojem přenosných počítačových technologií je možné celý experiment provést a vyhodnotit i mimo laboratorní prostředí (Newton 2000).

Na rozdíl od simulací MBL nevytváří během výuky imitaci reálného světa. Zkušenost z „reálné“ laboratoře je pro studenty velmi důležitá pro pochopení vědeckého vysvětlení přírody a MBL pro toto pochopení poskytuje nástroje, které usnadňují a v některých případech i umožňují získávat žádané poznání (Good a Berger 2005). MBL byla zavedena do výuky přírodovědných předmětů v rámci transformace přírodovědného vzdělávání, aby si studenti mohli vytvořit díky zjednodušení postupů hlubokou znalost přírodovědných pojmů a

procesů postavenou na praktické zkušenosti v rámci školního experimentu (Srisawasdi 2012). Mnoho učitelů však není schopno integrovat MBL do praktické výuky ve větší míře. Driver et al. (1994, cit. dle Russell, Lucas, a McRobbie 2004) tvrdí, že jednou z důležitých rolí učitele je sledovat žáky, jak reagují na dané instrukce a další pokyny těmito reakcím přizpůsobit. Při použití MBL je pro učitele náročné sledovat komunikaci mezi žáky a tím rozpoznat, jak reagují na technologiemi vygenerované informace a další průběh výuky tomu přizpůsobit (Russell, Lucas, a McRobbie 2004). Musíme však mít na paměti, že zavedení jakékoli inovace do výuky s sebou nese určité překážky, které učitel musí pro zkvalitnění výuky překonat, což vyžaduje čas a získání praxe jak učitele, tak žáků.

Webb (2005) ve své výzkumné zprávě o používání ICT ve výuce přírodních věd uvádí tři základní možnosti, které používání dataloggerů a tvorby grafů v reálném čase poskytuje:

- I. sběr dat a tvorba grafů;
- II. interpretace výsledků experimentu;
- III. vytváření vazeb mezi pozorováním a grafickým znázorněním.

Dále uvádí, že první dvě možnosti jsou technicky zajištěny dataloggerem a počítačovým softwarem, který zpracovává naměřená data, a jejich intenzita může být zvýšena rychlou prezentací dat a tvorbou grafů, u druhé možnosti ještě navíc interakcí studentů s učitelem a mezi sebou navzájem. Třetí z poskytovaných možností je zajištěna softwarovým vytvářením grafů v reálném čase experimentu a účinnost je zvyšována diskusí nad výsledky s ostatními studenty a učitelem.

4.3. Přínosy používání MBL

Kromě možnosti rozšíření praktické výuky přineslo používání senzorů a k nim příslušných dataloggerů podporu konstruktivního chápání látky, nesporné výhody při sběru a vizualizaci dat a v jejich dalším zpracování, např. při tvorbě grafů. Datalogger také umožňuje pracovat na vyšší úrovni učebních schopností žáka (Moreno 2012). Používání sond ale automaticky nezaručuje kvalitní výuku praktického cvičení, ani správné provedení laboratorních postupů. Dobře sestavené experimenty nechávají i při použití čidel studentovi prostor, aby sám mohl rozhodnout a odůvodnit, co měřit a jak výsledky interpretovat. Digitální měřicí čidla pak mají

za úkol snížit obtížnost provedení měření, umožnit větší počet experimentálních měření a poukázat na vztah mezi experimentem a abstraktní reprezentací dat (Tinker 2000).

Je pravděpodobné, že zavedení MBL do výuky umožňuje žákům převzít více zodpovědnosti při provádění experimentu. Sběr a analýza dat je prováděna automaticky, takže dochází ke snížení potřeby žáka konzultovat výsledky s učitelem (Newton 2000). Neznamená to však, že by se výuka s ICT obešla bez učitele. Učitel může žákům pomáhat s interpretací počítačem prezentovaných dat a poskytovat pomoc při práci s moderními technologiemi. Pokud žáci budou mít širokou škálu zkušeností a dovedností s MBL, otevírá se jim možnost investigativního přístupu k experimentům (Newton 2000).

Jednou z významných složek praktické výuky je vyhodnocování a vysvětlování správnosti získaných údajů na základě teoretické znalosti. Často se stává, že naměřená data jsou nepřesná a pro žáky matoucí. Při použití senzorů můžeme také získat výsledky s odchylkami, ale většinou jsou menší, než při manuálním měření. Výhodou MBL je velké množství naměřených dat s menšími odchylkami, které u žáků eliminují zmatek, který by mohlo způsobit nedostatečné množství naměřených údajů zahrnující velké výkyvy od teoreticky odhadovaného průměru (Newton 2000). Žáci tak mohou snadněji odhadnout vývoj grafu a svou hypotézu otestovat na dalších měřeních.

4.4. Použití senzorů v závislosti na věku dítěte

Stejně jako je závazný postupný nárůst obtížnosti učiva během tradičně vedených vyučovacích hodin, je nutné tento trend dodržovat i v rámci praktické výuky, včetně výuky využívající ICT. Tato kapitola nastíní základní stádia náročnosti požadavků na žáky či studenty při používání senzorů během praktické výuky přírodopisu a biologie dle Frosta (1993).

Ačkoli se na prvním stupni ZŠ přírodopis, chemie či fyzika jakožto samostatný předmět nevyučuje, základní poznatky o přírodě jsou obsaženy v předmětu Člověk a jeho svět a i tam je možné senzory použít. Zpočátku se nejedná o hledání souvislostí či objevování pro žáky nových poznatků, ale o jednoduché ukázky fungování senzorů, jako je například porovnávání teploty rukou či hledání nejhlasitějšího zvuku. Od druhé až třetí třídy se do výuky pomalu zavádí diskuze nad použitím senzorů. Žáci porovnávají a zvažují výhody digitálních senzorů

oproti lidským smyslovým orgánům a navrhuje pro ně praktické využití v domácnosti. Ukázkou takového pokusu je použití teplotního čidla místo teploměru při chlazení nápojů.

Mezi 11 a 13 lety žáka je vhodné zapojit senzory do výuky ve větší míře a od počátečních ukázek se posunout do oblasti vyšetřování. Zavádí se větší množství senzorů, na kterých se nejprve ukazuje způsob měření, pak je možné demonstrovat praktické použití na domácnosti a nakonec s nimi žáci provádí jednoduché experimenty. Do výuky se také může zařadit datalogger, který bude uchovávat naměřené údaje. Příkladem experimentu vhodného pro tento věk je měření reakčních časů nebo porovnávání vývoje vnitřní a venkovní teploty během dne.

Na přelomu základní a střední školy by studenti měli být schopni vnímat digitální senzory jako vědecké nástroje pro experimentální vyšetřování. Měli by rozvíjet schopnost používat dva různé senzory zároveň a získaná data kriticky posoudit. Je důležité studenty naučit, kam a jak ukládat naměřené hodnoty, pokud má datalogger, který je součástí senzoru, malou kapacitu. Součástí praktických cvičení by mělo být plánování, navrhování, provedení, vyhodnocení a zdokumentování experimentu studentem.

Před dokončením střední školy by studenti během cvičení měli mít možnost samostatně si zvolit, který senzor budou pro daný experiment používat, analyzovat data, kriticky je zhodnotit a zdokumentovat svou práci v elektronické podobě.

4.5. Využití m-technologií

Zajímavým odvětvím využití digitálních měřicích čidel je jejich použití v kombinaci s m-technologiemi (mobilními zařízeními, jako jsou mobilní telefony či tablety), o kterém se zmiňují Stárková a Rusek (2014). Většina škol není dostatečně vybavena na výuku s m-technologiemi v poměru 1:1 (jedno zařízení na jednoho žáka), ale nabízí se možnost využití mobilních zařízení samotných studentů, hovoříme pak o BYOT/BYOD (bring your own technology/device). Dosavadní trend výuky většinou zakazuje studentům mobilní telefony či tablety používat, ale v rámci praktické výuky přírodních věd mohou najít své uplatnění při měření, zaznamenávání či vyhodnocování dat. Existují dvě základní možnosti využití m-technologií v těchto aktivitách:

- I. senzory jsou již zabudované v mobilních zařízeních;

II. senzory se k mobilnímu zařízení připojí pomocí technologie bluetooth nebo wifi.

Je-li sensor ve studentově zařízení již obsažen, stačí nainstalovat některou z dostupných aplikací (např. Sensor Box for Android). Takto lze zjišťovat např. náklon či natočení (gyroskop), vzdálenost (senzor přiblížení) či zeměpisnou polohu (GPS). Některá zařízení dokonce obsahují teploměr, vlhkoměr či barometr. Pokud potřebné senzory studentovo zařízení nemá nebo potřebujeme-li dosáhnout přesnějších měření, nabízí se možnost využití externích senzorů. M-technologie pak slouží jako ovládací a dokumentační prvek. Tyto metody mohou v žácích vzbudit značný zájem o výuku, ale je potřeba přihlídnout k sociálnímu zabezpečení třídy, aby nedocházelo k vyčlenění žáků ze sociálně slabších rodin.

5. Porovnání Simulation-Based Laboratories a Microcomputer-Based Laboratories

V předchozích kapitolách jsem zmiňovala některé rozdíly mezi tradiční praktickou výukou a SBL či MBL. Ráda bych teď zaměřila pozornost na porovnání dvou relativně nově používaných a postupně zaváděných metod pro praktickou výuku přírodních věd. SBL i MBL jsou ve školním prostředí novými prostředky výuky, které využívají ICT; mají tedy mnoho společného, ale v některých oblastech jsou evidentní rozdíly, ke kterým je vhodné přihlížet při plánování praktické výuky. Předpokládám, že hlavním rozdílem bude fyzické zacházení se senzory během prováděného experimentu, oproti plně virtuálnímu experimentu bez možnosti přímého zásahu studenta.

Na úvod zařadím srovnávací tabulku vybranou z Chen et al. (2014):

Tabulka 1: srovnávací tabulka SBL, MBL a tradiční výuky

vlastnost	SBL	MBL	tradiční výuka
hmatový vstup	ne	ano	ano
náklady na použití	nízké	vysoké	střídavě
časová náročnost	nízká	nízká	vysoká
počet pokusů v časovém intervalu	mnoho	mnoho	málo
zobrazení dat a grafu v reálném čase	ano	ano	ne
vizualizace dat	automaticky	automaticky	manuálně

četnost chyb	0	nízká	vysoká
kompatibilita s badatelsky orientovanou výukou	vysoká	vysoká	nízká
komunikace ve skupině	online chat/osobní	osobní	osobní

Chen et al. (2014) si v rámci prováděného výzkumu položili tři základní otázky:

- I. Jak efektivní je SBL ve srovnáním s MBL z hlediska učení fyzikálních konceptů?
- II. Postupují studenti identicky nebo odlišně v rámci badatelsky zaměřené výuky při použití SBL nebo MBL?
- III. Jak studenty baví a jak jsou zapojeni v SBL nebo MBL?

Když se zaměřím na první otázku a pomocí tabulky porovnám vlastnosti SBL a MBL, které by mohly učení pojmů v rámci praktické výuky ovlivňovat, jediným větším rozdílem je možnost hmatového vstupu. Pokud bychom tedy chtěli první otázku přeformulovat, zněla by „Jak hmatový vjem ovlivňuje efektivnost učení fyzikálních pojmů?“. Pyatt a Sims (2012) uvádějí, že hmatový vjem nemá na pochopení pojmu zásadní vliv, takže není důležité, zda praktická zkušenost bude fyzická nebo virtuální, obě pomůžou studentům pochopit přírodní jevy na stejné úrovni. Toto tvrzení se shoduje s výzkumem provedeným Chen et al. (2014), kde nebyla prokázána nižší úspěšnost v závěrečném testování u skupiny studentů podstupující SBL výuku vůči skupinám s výukou MBL a tradiční. Pyatt a Sims (2012) dokonce uvádějí, že v některých případech měla virtuální laboratorní zkušenost vyšší vědomostní výnosy než zkušenost fyzická. Nebylo by však korektní se významu hmatového vnímání již nevěnovat. Chen et al. (2014) zmiňuje, že MBL podporuje studenty v plánování, provedení a posouzení experimentu. Různé nastavení MBL může u studentů rozvinout touhu experiment obohatit o vlastní nápady, pozorovat změny, které proběhnou a tím si lépe zafixovat probíranou látku. Ačkoli tedy hmatový vjem nemá příliš velký význam na učení se pojmů, je podstatný pro pochopení a naučení se látky vztahující se k procesům a interpretacím.

Od možnosti fyzicky zasahovat do průběhu experimentu se odvíjí i způsob uvažování nad zadanou prací. Vzhledem k tomu, že simulace jsou plně prováděny počítačově, studenti mají

sklony ve svém uvažování také opustit reálnou rovinu uvažování. Dle Chen et al. (2014) mají tendence zapomínat na jakákoli manipulační omezení (např. minimální objem), rádi zkouší extrémní situace, kterých není možné v laboratoři docílit, a v neposlední řadě mají přílišnou důvěru v počítačem vygenerovaná data, ačkoli v některých simulacích může být úmyslně naprogramována chyba určitého procenta výsledků. Studenti již nemají potřebu výsledky logicky kontrolovat, přejímají získané údaje a bezmezně jim věří, což se neshoduje s potřebou přiblížit studentům vědecké prostředí experimentu.

Pokud studenti nebudou kriticky uvažovat nad průběhem SBL, nebudou mít ani potřebu přemýšlet nad plánováním experimentu a nebudou mít ani nutkání předložený experiment zdokonalovat (v jejich očích již dokonalý bude) (Chen et al. 2014). To může vést k degradaci původního cíle praktického cvičení. Pokud bychom chtěli porovnat přístup k badatelsky orientované výuce s použitím SBL nebo MBL, musíme být v hodnocení obezřetní. Chen et al. (2014) vystihl nebezpečí bezmyšlenkovitého používání SBL velmi pěkně. Tvrdí, že ne SBL sama o sobě, ale přístup k SBL omezuje studenty v kvalitním plánování a zlepšování experimentu a vyhodnocení. Pokud chceme podněcovat aktivní myšlení u studentů, je nutné využívat během praktických cvičení simulace založené na skutečnosti a ne na ideálních podmínkách. Dle mého názoru jsou programy simulující ideální podmínky (např. plyn je dokonale stlačitelný) vhodné pro prvotní ukázkou učiva, na které lze demonstrovat fungování vzorců, snadno vidět lineární souvislosti apod. Po takovéto ukázce je vhodné přejít i v simulacích do reálného prostředí, aby si studenti nevytvářeli mylnou iluzi o fungování přírody.

Názorům studentů se budu věnovat v příští kapitole, ale vzhledem k tomu, že poslední otázka výzkumu Chen et al. (2014) se týkala právě názoru studentů, odpověď na ni uvedu již tady. Studenti, kteří pracovali s MBL, měli kladnější postoj k praktickým cvičením než skupina se SBL. Fyzická manipulace přinášela studentům trvalejší dojem a byla pro ně zábavnější. MBL skupina také uvedla, že nejlepší část praktického cvičení pro ně byla právě fyzická zkušenost s měřenými veličinami. Je pravděpodobné, že žáci, kteří hodnotí výuku pozitivně a jako zábavnou, si lépe zapamatují probírané téma.

Celkově tedy nelze říct, zda je SBL nebo MBL lepší, kvalitnější nebo doporučená. Záleží na konkrétní situaci, kdy a hlavně jak bude která metoda použita. Obě dvě možnosti mají velký potenciál a je potřeba navrhnout kvalitní metodiky pro jejich běžné použití.

6. Názory žáků a studentů

Pokud se zabýváme problematikou zavádění inovativních metod do výuky biologie a přírodopisu, neměli bychom zapomínat na zpětnou vazbu od samotných žáků a studentů. Ačkoli se zdá, že ICT přineslo do výuky velké množství nových možností a výhod jak pro učitele, tak pro studenty, je nutné si uvědomit, že někteří jedinci mohou mít z používání ICT určité obavy nebo např. nežijí v domácnosti, kde je PC denní součástí života. Převládajícím dojmem ze studií je, že většina žáků využívá většinu aplikací s nadšením a využívání ICT zvyšuje jejich kreativitu. Někteří studenti jsou však k používání novodobých technologií rezervovaní (Baggott a Nichol 2002).

Kubiatko (2010) provedl průzkum mezi studenty českých vysokých škol a zjistil, že zájem o zavádění ICT do výuky přírodovědných předmětů je vysoký. Dle dotazovaných studentů je důležité, aby ICT bylo zaváděno do výuky již v raném věku dítěte a podporovala se mezipředmětová pozitivně zpětná vazba, kdy používání ICT ve výuce přírodních věd zároveň bude rozvíjet i dovednosti počítačové, které zase rozšíří hranice použití ICT v přírodních vědách. V dalším výzkumu zjistil, že chlapci vnímají ICT v přírodních vědách pozitivněji, než děvčata a mladší studenti jsou pro nové technologie nadšenější, než ti starší (Kubiatko a Haláková 2009). Autoři dodávají, že právě v nižších ročnících může nastat problém, protože učitelé si plně neuvědomují možnosti a výhody zavádění ICT do výuky. S používáním ICT tedy vyčkávají až do vyšších ročníků, kdy studenti používání těchto technologií sami vyžadují.

Thomas, Man-wai a Po-keung (2004) se ve svém výzkumu zaměřili na zpětnou vazbu studentů při zavádění MBL během praktické výuky. Ačkoli studenti souhlasili s výhodami, které jsou ohledně používání MBL zmiňovány, identifikovali i určité obtíže, které s sebou tato technologie do výuky přináší. Jako výhody studenti zmiňovali např. možnost nepřetržitě zaznamenávat údaje, měnit měřítko os grafů, přesnost měření či spolehlivé výsledky, které při odečítání nemohou být zkresleny lidským faktorem. Problémy, které studenti identifikovali, mohou být rozděleny do tří skupin. První překážkou může být nedostatečná znalost používané technologie. Používání MBL není v praktických cvičeních běžné a studenti

tedy nemají možnost naučit se se senzory, dataloggery a zpracovávajícím softwarem pracovat. Vzhledem k tomu, že se jedná o speciální softwary, se kterými studenti běžně nepracují, nemohou se na radu zeptat svých spolužáků, ale vždy se musí tázat vyučujícího. Pokud se senzory zapojují do výuky málokdy, při každém jejich použití musí znovu dojít k vysvětlení jejich použití, což zdržuje od zahájení samotného experimentu a i v jeho průběhu může dojít ke zpomalení v důsledku neznalosti či neobratného zacházení s používanou technologií. S neznalostí softwaru se studenti mohou setkat i doma, kde většinou nemají problém se se zádrhelem sami vypořádat. Tím se dostávám k druhé skupině studenty zmiňovaných nedostatků – mají strach učit se pracovat se senzory a na ně navazujícími softwary metodou pokus-omyl; během praktických cvičení není na zkoušení různých postupů čas, navíc zařízení není jejich a bojí se, že by jej mohli poškodit. Třetí část nedostatků se týká samotného použití ICT v praktické výuce. Někteří studenti si myslí, že MBL vede k přílišnému zjednodušení experimentálních postupů a studenti nejsou tlačeni k pochopení vnitřních principů díky tomu, že nemusí přemýšlet nad zpracováním dat pomocí mechanických výpočtů. Přestože tedy studenti s výhodami MBL souhlasí, je důležité si uvědomit, že není vhodné senzory do výuky zavádět bez předchozí přípravy studentů a je potřeba nechat jim dostatečný prostor na seznámení se s ovládáním všech komponentů experimentální soustavy, aby mohli svou pozornost věnovat probíhajícímu experimentu a ne jen přemýšlení nad ovládáním pro ně nových přístrojů.

7. Shrnutí a závěr

Pokud bych měla shrnout obsah této práce, řekla bych, že používání ICT v praktické výuce přírodních věd má obrovský potenciál, ale dnešní společnost a školství v České republice na něj ještě není dostatečně připravené. Odpověď na otázku, zda zavádět ICT do praktické výuky přírodních věd či nikoli, velmi pěkně shrnuje citát Kubiátka a Halákové (2009): „Vědět, kdy nepoužít ICT může být stejně důležité jako vědět kdy a jak by použité být mohly.“ Rozhodně nechci vyvolávat dojem, že je lepší vůbec se nesnažit o „sblížení se“ s novými technologiemi. Naopak. Jen je nutné pečlivě zvážit, jak a kdy je použít, a následně sestavit celou vyučovací hodinu tak, aby studenti byli nuceni nad experimentem přemýšlet a nemohli jen bezmyšlenkovitě postupovat podle podrobného návodu k použití konkrétní technologie. Vzhledem k tomu, že v současné době většinou není ICT běžnou součástí praktických cvičení, je také vhodné studenty na takovou hodinu předem připravit, aby se pak mohli soustředit

přímo na prováděný experiment. V některých případech dokonce nemusí být vhodné ICT použít. Příkladem může být nově probíraná látka, kterou lze snadno demonstrovat na tradičních výukových metodách, na kterých budou principy žákům více zřejmé. Po prvotní ukázce se už přímo nabízí přejít k MBL či SML pro získání většího množství přesnějších výsledků ve stejném čase. Neplatí, že čím více se ICT používá, tím je výuka kvalitnější.

V zavádění nových technologií do praktické výuky přírodních věd spatřuji tři základní problémy, od kterých se odvíjí další.

- I. Pedagogové nemají dostatečné kompetence – většina dnešních pedagogů neměla příležitost během svých studií seznámit se s technologiemi současnosti, ani nevyrostali v prostředí, kde by jimi byli obklopeni, takže v sobě nemají používání ICT hluboce ukotveno, a tedy nemají potřebu je používat při výuce. Ačkoli nyní by situace mohla být jiná, stále neexistuje dostatečné množství kvalitních metodických příruček a možností (post)graduálního vzdělávání, aby učitelé byli schopni moderní technologie do výuky zařadit a používali je jako nástroj ke zkvalitnění experimentu.
- II. Školy nemají dostatečné finanční prostředky na nákup pomůcek – ICT jsou pro školu velkou finanční zátěží, takže nákup např. kompletní sady digitálních měřicích čidel pro výuku předmětu je téměř nemožný. Často školy získají některá zařízení např. v rámci fondu Evropské unie, což může být přínosné, ale není možné tímto způsobem pokrýt celé učební osnovy a praktická výuka s ICT se tak stává nárazovou. Žáci ani učitelé nemají možnost se dostatečně naučit s ICT pracovat a výuka přestává být efektivní.
- III. Nedostatek času pro potřebné seznámení žáků se zacházením s ICT – začátky praktické výuky s ICT mohou být časově náročnější než tradiční metody výuky a učitelé jsou často kvůli množství látky v učebních osnovách časově limitováni. Žáci se pak nesoustředí na samotný experiment, ale jsou více zaujati možností použít „něco nového“ nebo se musejí zabývat způsobem, jak „to nové“ použít, takže použití ICT pozbývá svého smyslu. Navíc např. badatelsky orientované vyučování nezaručuje vždy stoprocentní úspěšnost a vyžaduje tedy větší časové dotace, které nemají učitelé k dispozici.

Odstranění uvedených problémů bude náročné, ale přínosy ICT pro žáky i učitele jsou natolik zásadní, že nelze řešení problémů této tematiky v nejbližší budoucnosti odsouvat. Prvním

krokem by mohlo být aktivní zavádění ICT již na prvním stupni základní školy, kde by SML nebo MBL mohli žáci přijmout za své a nepřišlo by jim zvláštní tyto metody používat při provádění náročnějších experimentů na vyšších stupních.

Seznam literatury

- Baggott, Linda, a Jon Nichol. 2002. „Multimedia Simulation: A Threat to or Enhancement of Practical Work in Science Education?“ In *Practical Work in School Science: Which Way Now?*, Jerry Wellington, 252–270. Routledge.
- Barton, Roy. 2002. „IT in Practical Work: Assessing and Increasing the Value-Added.“ In *Practical Work in School Science: Which Way Now?*, Jerry Wellington, 237–251. Routledge.
- Barton, Roy. 2004a. *Teaching Secondary Science with ICT*. McGraw-Hill Education (UK).
- Barton, Roy. 2004b. „Does Data Logging Change the Nature of Children’s Thinking in Experimental Work in Science?“ In *Using IT Effectively in Teaching and Learning: Studies in Pre-Service and In-Service Teacher Education*, Niki Davis, Bridget Somekh. 63-: Routledge.
- Braund, Martin, a Michael Reiss. 2006. „Towards a More Authentic Science Curriculum: The contribution of out-of-school learning.“ *International Journal of Science Education* 28 (12): 1373-1388.
- de Jong, Ton, a Wouter R. van Joolingen. 1998. „Scientific Discovery Learning With Computer Simulations od Conceptual Domains.“ *Review of Educational Research* 68 (2).
- Doulík, Pavel, a Jiří Škoda. 2009. *Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání*. Pedagogická orientace, 19 (3):24-44.
- Driver, Rosalind, Hilary Asoko, John Leach, a Philip Scott. 1994. „Constructing Scientific Knowledge in the Classroom.“ *Educational researcher* 23 (7): 5–12. převzato z: Russell, David W., Keith B. Lucas, a Campbell J. McRobbie. 2004. „Role of the Microcomputer-Based Laboratory Display in Supporting the Construction of New Understandings in Thermal Physics.“ *Journal of Research in Science Teaching* 41 (2): 165–185.
- Duschl, Richard Alan. 1990. *Restructuring science education: The importance of theories and their development*. Teachers College Press. převzato z: Doulík, Pavel, a Jiří Škoda. 2009. *Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání*. Pedagogická orientace, 19 (3):24-44.
- Edelson, Daniel C. 2001. „Learning-for-use: A framework for the design of technology-supported inquiry activities.“ *Journal of Research in Science Teaching* 38 (3): 355–85.
- Frost, Roger. 1993. *The IT in Science Book of Datalogging and Control*. IT in Science.

- Good, Ron, a Carl Berger. 2005. „The Computer as a Powerful Tool for Understanding Science." In *Teaching Science for Understanding: A Human Constructivist View*, James H. Wandersee, Joel J. Mintzes, Joseph D. Novak. 213-226: Academic Press.
- Hofstein, Avi, a Vincent N. Lunetta. 2004. „The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century." *Science Education* 88 (1): 28–54. doi:10.1002/sce.10106.
- Chen, Sufen, Wen-hua Chang, Chih-Hung Lai, a Cheng-Yue Tsai. 2014. „A Comparison of Students' Approaches to Inquiry, Conceptual Learning, and Attitudes in Simulation-Based and Microcomputer-Based Laboratories." *Science Education* 98 (5): 905–935.
- Jaakkola, T., a S. Nurmi. 2008. „Fostering elementary school students' understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities." *Journal of Computer Assisted Learning* 24 (4): 271–83.
- Jiménez-Aleixandre, M. Pilar, Anxela Bugallo Rodríguez, a Richard A. Duschl. 2000. „“Doing the Lesson” or “doing Science”: Argument in High School Genetics." *Science Education* 84 (6): 757–92.
- Kubiatko, Milan. 2010. „Czech university students' attitudes towards ICT used in science education." *Journal of Technology and Information Education* 2 (3): 20–25.
- Kubiatko, Milan, a Zuzana Haláková. 2009. „High school students relation to information and communication technologies in the context of biology." *e-Pedagogium*, č. 1: 20–30.
- Linn, Marcia C. 2012. „From Separation to Partnership in Science Education: Students, Laboratories, and the Curriculum." In *Microcomputer-Based Labs: Educational Research and Standards*, Robert Tinker, 13–46. Springer Science & Business Media.
- Linn, Marcia C., Elizabeth A. Davis, a P. Bell. 1999. *Internet environments for science education*. Lawrence Erlbaum.
- Millar, Robin. 1999. „Understanding how to deal with experimental uncertainty: a ‘missing link’ in our model of scientific reasoning." In conference of the European Science Education Research Association (ESERA), Kiel, Germany. Roč. 31. převzato z: Millar, Robin. 2004. The role of practical work in the teaching and learning of science. High school science laboratories: Role and vision.
- Millar, Robin. 2004. The role of practical work in the teaching and learning of science. High school science laboratories: Role and vision.

- Moreno, Montserrat Tortosa. 2012. „The use of microcomputer based laboratories in chemistry secondary education: Present state of the art and ideas for research-based practice(RSC Publishing).” *Chemistry Education Research and Practice* 13 (3): 161–171.
- Moreno, Montserrat Tortosa. 2013. „Aprendizaje sobre disoluciones reguladoras de pH mediante indagación guiada utilizando sensores” 31 (1): 189–211.
- MŠMT. 2013. „Upravený Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání platný od 1. 9. 2013, MŠMT ČR.” <http://www.msmt.cz/vzdelavani/zakladni-vzdelavani/upraveny-ramcovy-vzdelavaci-program-pro-zakladni-vzdelavani>.
- Newton, Leonard R. 1997. „Information Technology in biology teaching: challenges and opportunities.” *Journal of Biological Education* 31 (4): 274–287.
- Newton, Leonard R. 2000. „Data-logging in practical science: research and reality.” *International Journal of Science Education* 22 (12): 1247–1259.
- Papáček, Miroslav. 2010a. „Badatelsky orientované přírodovědné vyučování - cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa?” *Scientia in educatione* 1 (1): 33–49.
- Papáček, Miroslav. 2010b. „Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice.” In *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. Sborník příspěvků semináře*, Miroslav Papáček. 145-162: Jihočeská univerzita.
- Pyatt, Kevin, a Rod Sims. 2012. „Virtual and Physical Experimentation in Inquiry-Based Science Labs: Attitudes, Performance and Access.” *Journal of Science Education and Technology* 21 (1): 133–147.
- Russell, David W., Keith B. Lucas, a Campbell J. McRobbie. 2004. „Role of the Microcomputer-Based Laboratory Display in Supporting the Construction of New Understandings in Thermal Physics.” *Journal of Research in Science Teaching* 41 (2): 165–185.
- Srisawasdi, Niwat. 2012. „Student teachers’ perceptions of computerized laboratory practice for science teaching: a comparative analysis.” *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 46: 4031–4038.
- Stárková, Dagmar, a Martin Rusek. 2014. „Využití m-technologií v problémové, badatelské a projektové výuce.” In *Projektové vyučování v přírodních předmětech*, Martin Rusek, Dagmar Stárková, Iva Metelková a kol. 85 - 91: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta.

- Stuchlíková, Iva. 2010. „O badatelsky orientovaném vyučování." In *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. Sborník příspěvků semináře*, Miroslav Papáček. 129-135: Jihočeská univerzita.
- Talbot-Smith, Michael, Sandra K. Abell, Ken Appleton, a Deborah L. Hanuscin. 2013. *Handbook of Research on Science Education*. Routledge.
- Thomas, Gregory P., Peter Fong Man-wai, a Eric Tsang Po-keung. 2004. „Students' perceptions of early experiences with microcomputer-based laboratories (MBL).” *British Journal of Educational Technology* 35 (5): 669–671.
- Tinker, Robert. 2000. *A History of Probeware*.
- VÚP. 2007. „Rámcové vzdělávací programy oborů středního vzdělání, MŠMT ČR." <http://www.msmt.cz/vzdelavani/stredni-vzdelavani/ramcove-vzdelavaci-programy-zaslani-do-vnejsiho-pripominkoveho-rizeni?highlightWords=rvpg>.
- Wardle, John. 2002. „Virtual Science: A Practical Alternative?" In *Practical Work in School Science: Which Way Now?*, Jerry Wellington, 271–81. Routledge.
- Webb, Mary E. 2005. „Affordances of ICT in science learning: implications for an integrated pedagogy." *International Journal of Science Education* 27 (6): 705–735.