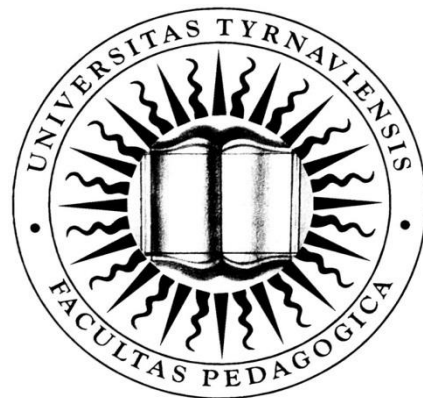


biológia ekológia chémia



časopis pre školy
ročník 20
číslo **3**
2016

vydavateľ

Trnavská univerzita v Trnave
Pedagogická fakulta
Priemyselná 4
P. O. BOX 9
918 43 Trnava



redakcia

Trnavská univerzita v Trnave
Pedagogická fakulta
Katedra chémie

editor čísla

PaedDr. Anna Drozdíková, PhD.
PaedDr. Mária Orolínová, PhD.

redakčná rada

prof. RNDr. Jozef Halgoš, DrSc.
prof. RNDr. Marta Kollárová, DrSc.
prof. RNDr. Eva Miadoková, DrSc.
prof. RNDr. Pavol Záhradník, DrSc.
prof. RNDr. Pavol Eliáš, CSc.
prof. PhDr. Ľubomír Held, CSc.
prof. RNDr. Miroslav Prokša, CSc.
doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD.
doc. RNDr. Zlatica Orsághová, CSc.
doc. Ing. Ján Reguli, CSc.
doc. RNDr. Ľudmila Slováková, CSc.
doc. RNDr. Katarína Ušáková, PhD.
RNDr. Jozef Tatiersky, PhD.
RNDr. Ivan Varga, PhD.
PhDr. Jana Višňovská

Časopis Biológia, ekológia, chémie
vychádza štvrťročne a je bezplatne
prístupný na stránkach
<http://bech.truni.sk/>

ISSN 1338-1024



obsah

DIDAKTIKA PREDMETU

2

Výučba chémie pre 21. Storočie

Mária Ganajová, Ivana Sotáková, Mária Siváková

10

Současnost a perspektivy badatelsky orientované výuky

Věra Čížková, Hana Čtrnáctová

14

Možnosti využitia bádateľských aktivít vo výučbe prírodovedných predmetov

Miriám Spodniaková Pfefferová, Stanislav Holec,
Martin Hruška, Janka Raganová

19

Mapovanie bádateľských zručností žiakov stredných škôl

Brigita Balogová, Zuzana Ješková

26

Postoje a názory žáků při práci se školními měřicími systémy a badatelsky orientovanými úlohami

Petr Šmejkal, Marek Skoršepa, Eva Stratilová Urválková

33

Zisťovanie úrovne prírodovednej gramotnosti vysokoškolákov využitím metodiky TOSLS

Darina Lešková, Katarína Ušáková, Elena Čipková

41

Zisťovanie úrovne vedomostí žiakov 6. ročníka základných škôl z biológie

Soňa Nagyová, Katarína Ušáková, Elena Čipková, Mária Kucháriková

INFORMUJEME, PREDSTAVUJEME

47

Bezpečnosť a regulácia potravinárskych aditív

Ján Reguli, Ivona Paveleková

NÁPADY A POSTREHY

50

Experimentovanie s polymérmi

Jana Braniša, Zita Jenisová, Zuzana Pucherová

RECENZIE

55

Učebnica biológie pre 8. ročník ZŠ a 3. ročník gymnázia s osemročným štúdiom

Alžbeta Hornáčková

recenzenti

prof. PhDr. Martin Bílek, PhD.
doc. RNDr. Beáta Brestenská, PhD.
doc. RNDr. Věra Čížková, CSc.
prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.
doc. RNDr. Mária Ganajová, CSc.
doc. PaedDr. Zuzana Haláková, PhD.
PaedDr. Štefan Karolčík, PhD.
doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD.
doc. RNDr. Dana Kričfaluši, PhD.
doc. RNDr. Viera Lapitková, CSc.
PaedDr. Mariana Páleníková
prof. RNDr. Miroslav Prokša, PhD.
doc. Ing. Ján Reguli, CSc.
doc. RNDr. Katarína Ušáková, PhD.

Postoje a názory žáků při práci se školními měřicími systémy a badatelsky orientovanými úlohami

Petr Šmejkal¹
Marek Skoršepa²
Eva Stratilová Urválková¹

¹Katedra učitelství a didaktiky chemie,
Přírodovědecká fakulta
Univerzita Karlova v Praze
Hlavova č. 2030/8, 128 43 Praha 2
Česká republika
psmejkal@natur.cuni.cz

²Katedra chémie,
Fakulta přírodních věd
Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica
Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica
Slovensko

Abstract

The Microcomputer-Based Laboratory (MBL) is a kind of reflection of huge and growing employment of sensors in "common" life, industry and science. Hence, MBL should be implemented into school education and practice and any support of the implementation can be considered as meaningful. With respect to that, the contribution is focused on selected results of a questionnaire research following opinions and attitudes of students to work in MBL in courses using inquiry based (IBSE) oriented activities. As well as, attitudes on implementation of MBL into secondary school practice, quality of the course and used MBL systems were also evaluated. 240 students from 9 Czech secondary schools participated in the survey. The teachers from the mentioned secondary schools were also interviewed with respect to their opinions on implementation of MBL into secondary school education. The results showed that majority of students support implementation of MBL into secondary school practice despite some problems which can accompany work with MBL systems. They evaluated all the courses and used systems positively although to use tablet with SPARKvue application to enter the data manually was found to be less practical. The MBL course can be complicated also with high amount of teacher's help needed by students. The technical help (accompanying the work with the MBL systems) can be over 50 %. This leads to higher workload of teacher during the course and its preparation, and, it can be considered as one of the identified obstacles in implementation of MBL into secondary school education. As a consequence, some technical on-site support of teachers is suggested in first phases of implementation of MBL at individual schools.

Keywords: chemistry education, school measuring systems, Microcomputer-Based Laboratory, implementation of MBL, evaluation of student attitudes

Úvod a cíle

S bouřlivým rozvojem elektroniky a výpočetní techniky v posledních desetiletích se nedílnou součástí našich životů stala různá čidla (senzory). Policisté tak již nadále nekontrolují střízlivost řidiče prostřednictvím oranžově zabarvených trubiček s náplní toxického dichromanu draselného, ale tyto trubičky nahradil analyzátor s polovodičovým senzorem (Kubička et al., 2011). V domácnostech máme termostatické systémy a měřidla spotřeby tepla a energií. Tyto systémy pracují na principu měření teploty prostřednictvím rozličných a levných teplotních čidel a stále více nahrazují starší odpařovací indikátory (Ista et al., 2014). V prakticky všech chytrých mobilních telefonech a tabletech jsou instalovány

gyroskopické senzory, které umožňují sledovat a reagovat na natočení obrazovky nebo čidla intenzity světla, která mj. přizpůsobují jas displeje dle okolních světelných podmínek nebo aktivují vhodný mód fotoaparátu. S podporou těchto senzorů vznikají i zajímavé (a bizarní) aplikace, např. „Vodováha“ nebo Hang Time (Kolik vyskočíte?) (Stange, 2011). Některé tyto telefony, nebo i tzv. chytré hodinky, dokonce disponují možností měření okolní teploty nebo tlaku a jsou schopny určit mj. nadmořskou výšku (Václavík, 2014). Čidla intenzity světla jsou nedílnou součástí chodeb mnoha domů a budov. Čidla přístupu (a nebo jinými slovy pohybová čidla) jsou zase již dlouho částí různých terminálů a nebo u pisoárů, kde zajistí spláchnutí bez nutnosti obsluhy uživatele. Čidla a instrumentální technika nastoupila vítězné tažení také ve vědě a výzkumu. Tam se čidla a adekvátní přístrojová instrumentace staly nedílnou součástí a jsou využívány nejen k výzkumu samotnému a sledování nějaké jinak obtížně viditelné změny, ale také k charakterizaci připravených materiálů a látek. Publikace výsledků vědeckého výzkumu bez využití senzorů (pH, tlak, vodivost, ...) či adekvátní instrumentální techniky (plynová chromatografie, spektroskopie, ...) již tak není prakticky možná. A podobných příkladů lze nalézt velmi velké množství. Různými čidly a senzory jsme doslova obklopeni, aniž si tuto skutečnost uvědomujeme. Důvodem tak širokého využití čidel a instrumentální techniky, ať už ve formě jednoduchého čipu a spínače nebo společně s výkonnějším počítačem (PC), jsou zejména možnost automatizace daného procesu měření a indikace či interpretace dat, jednoduchost a mnohdy i spolehlivost měření a dnes již i velmi přijatelná cena. Dalším důležitým faktorem je skutečnost, že dané měření nelze jiným způsobem realizovat, anebo je jeho realizace obtížná (či neodpovídá současným normám chování). Např. měření koncentrace důlního plynu prostřednictvím infračerveného analyzátoru, jehož signál je elektronicky zpracováván prostřednictvím jednoduchého PC či dataloggeru, a indikace nad-

limitních hodnot je zajištěna akusticky, je podstatně jednodušším řešením než neustálé sledování kanárka, jenž se jako metoda indikace vysoké koncentrace nebezpečných důlních plynů využíval dříve a jenž tyto nadlimitní koncentrace snáší hůře než člověk (Opekar, 2013). I přes význam a vysoké rozšíření čidel a instrumentální techniky vůbec kolem nás, uvedená skutečnost se jen minimálně odráží ve výuce na základních i středních školách. O čidlech a instrumentální technice a o práci s nimi se žáci dozvídají poměrně málo, natož aby s nimi pracovali a učili se chápat principy a možnosti jejich využívání. A to jak s čidly dostupnými ve výše uvedených zařízeních z běžného života, tak s čidly a instrumentální technikou méně běžnou (např. pH čidlo, čidlo koncentrace oxidu uhličitého). Ve výuce lze používat různá profesionální čidla a vyřazenou techniku pocházející např. z ústavů AV ČR nebo průmyslových podniků. Jejich používání ve školní praxi ale může přinášet řadu potíží (složitě nastavení měření a ovládání, prostorové nároky apod.). Nicméně, pro použití ve školství jsou optimalizovány tzv. školní měřicí systémy (nebo také školní experimentální systémy; také jsou užívány pojmy MBL z anglické zkratky Microcomputer based laboratory nebo Probeware). Školní měřicí systémy jsou poměrně komplexní záležitostmi, proto ani jedna zkratka či pojem jednoznačně necharakterizují jejich podstatu. V zásadě se ale jedná o systém, v němž jsou příslušná čidla prostřednictvím vhodného rozhraní (často obsahující A/D převodník) propojena s počítačem (ať už jde o specializovaný datalogger, tablet nebo klasické PC), jehož prostřednictvím je nastavováno, ovládáno, ukládáno a případně zpracováváno měření. Uspořádání, propojení jednotlivých prvků a příslušný ovládací software jsou optimalizovány s ohledem na využití ve výuce a obvykle umožňují jednoduchou a rychlou práci se systémem, jsou dostatečně robustní a dále umožňují vhodné prezentační formy způsobu měření i prezentace naměřených dat (např. vkládání měřicích prvků – grafů, tabulek – do pracovních listů zpracovaných přímo v programu). Dalším důležitým aspektem školních měřicích systémů je unifikovaný způsob zapojení systému a jednotlivých čidel či instrumentace a unifikované ovládání měření i zpracování dat. To umožňuje žákům i učitelům, po zvládnutí ovládání systému, soustředit se maximálně na sledovaný jev a na jeho pochopení místo na práci s přístrojem. Možnosti měření se školními měřicími systémy jsou velmi široké. Většina výrobců nabízí velké množství čidel a široké možnosti propojení k různým terminálním zařízením (PC, ale také chytré telefony, tablety, dataloggery, přes USB, bezdrátově apod.). Školní měřicí systémy si zatím nachází místo v českých školách jen velmi pomalu a jejich rozšíření je oproti jiným druhům techniky, např. interaktivním tabulím, stále spíše sporadické. Přitom počátky jejich implementace v zahraničí sahají již do konce 70. let a počátku 80. let minulého století (např. Hood, 1994, Woodard et al. 1981 a Lam, 1983). V ČR se pak školní mě-

řicí systémy začínají aplikovat do výuky v 90. letech minulého století, zejména ve spojení s nástupem ryze českého systému ISES (např. Lustig et al. 1992). V chemii pak školní měřicí systémy využíval hojně M. Bílek (např. Bílek, 1992 a 1993). I přes technické obtíže, které implementaci školních měřicích systémů mohou provázet (Stratilová et al. 2008), většina autorů shledává jejich implementaci jako přínosnou a smysluplnou (např. Tinker, 1984 a Thornton 1990). Výzkumy ukazují, že počítačem podporované experimenty pomáhají rozvíjet abstraktní myšlení (Hamne et al. 2011 a Thornton et al. 1990), vedou ke zvýšení vědeckých kompetencí (Tinker, 1996) či podporují skupinové učení (Thornton, 1990). Badatelé také oceňují rychlou odpověď měřicího systému a možnost rychlého či okamžitého zpracování dat (Tinker, 1984), možnost využití k demonstračním účelům anebo také obvykle malou spotřebu chemikálií a vybavení či vysokou názornost prezentovaných dat, zejména díky vhodné a didakticky názorné vizuální podobě zpracování dat (např. Svec, 1999, Barton, 1997, Šmejkal, 2015). Školní měřicí systémy jsou ideálním prostředkem k implementaci v tzv. badatelsky orientované výuce (BOV) (Papáček, 2010, Dostál, 2015). BOV, zjednodušeně řečeno, je na žáka orientovaný výukový postup, který se snaží vhodně motivovat žáka k jeho vlastnímu zkoumání a objevování, v návaznosti čehož žák získá potřebné poznatky a dovednosti a bude rozvíjet požadované klíčové kompetence. Za podmínky vhodné implementace, BOV je tak komplexním výukovým postupem, existujícím v řadě modifikací a konkrétních postupů, při němž se uplatňuje řada aktivizujících metod. Lze říci, že obecně se v BOV objevují procesy stanovení problému (často vhodnou motivační formou), vyhledávání informací, stanovení a experimentální ověřování hypotéz, plánování výzkumu, vlastní experimentální činnost žáků, tvorby modelů, tvorby závěrů, diskuse a další (Čtrnáctová et al., 2013). BOV bývá obvykle považována za časově náročnější formu výuky, zejména ve srovnání s klasickou výukou frontální, a bývá jí to často i vyčítáno. V tomto ohledu je ale nezbytné si uvědomit, že během badatelsky orientované výuky bývají rozvíjeny i další kompetence, a získávány další dovednosti a znalosti (návrh aparatury, hodnocení vlivů prostředí, ...), které v klasické frontální výuce rozvíjeny nejsou. V tomto ohledu tedy BOV nijak nevybočuje z řady jiných postupů orientovaných na žáka, které jsou obecně časově náročnější jak na přípravu tak realizaci. Školní experimentální systémy díky své podstatě „měření jinak neviditelného“ a díky své šíři a dalším vlastnostem poskytují široký prostor pro aplikaci téměř neomezeného spektra badatelsky orientovaných aktivit. Ukazuje se také, že žáci tuto aplikaci vítají, např. využití školních měřicích systémů v souvislosti s badatelsky orientovanými aktivitami motivovalo žáky k zapsání takto orientovaných kurzů (Barnea et al. 2010). Jakkoliv využití školních měřicích systémů v kombinaci s BOV poskytuje řadu výhod, implementaci může kom-

plikovat řada faktorů. Přece jen, jak práce se školními experimentálními systémy, tak BOV, vyžadují vyšší aktivitu a zapojení žáka do výuky, kromě toho se přidávají další možné potíže, jako jsou technické problémy, strach žáků ze zničení techniky, nutnost pochopení principů měření (založeného někdy na komplikovanějších fyzikálně-chemických principech), potřebné navazující znalosti a dovednosti (např. práce s PC, příprava aparatury, zhodnocení interferencí a vlivů na měření atd.) apod. Na několik faktorů komplikujících uvedenou výuku realizovanou prostřednictvím BOV se školními měřicími systémy a na postoje českých žáků k takto realizované výuce se zaměřuje tento článek.

Článek jako takový je pak prezentací vybraných výsledků zjištěných z dotazníkového šetření v rámci evropského projektu COMBLAB (jde o akronym odvozený ze slov Competency Microcomputer-Based LABoratory). Jak napovídá název projektu, The acquisition of science competencies using ICT real time experiments, uvedený projekt je zaměřen na podporu implementace školních měřicích systémů do škol a do výuky, a to zejména na úrovni technické podpory a vývoje a implementací nových aktivit, v jejichž rámci jsou školní měřicí systémy využívány. V rámci projektu spolupracovali vědečtí pracovníci z šesti evropských univerzit z pěti zemí: (1) Autonomní Univerzita v Barceloně (Španělsko), (2) Univerzita Karlova v Praze (Česká republika), (3) Dolnorakouská univerzita pro vzdělávání učitelů, Vídeň (Rakousko), (4) Univerzita v Barceloně (Španělsko), (5) Helsinská univerzita (Finsko) a (6) Univerzita Mateja Bela v Banské Bystrici (Slovensko).

Sběr a zpracování dat

K zhodnocení výše uvedených aspektů bylo realizováno dotazníkové šetření, kterého se zúčastnilo 240 žáků (140 chlapců a 100 dívek) z 9 středních škol a gymnázií v ČR, převážně ve věku 17 – 18 let. Využity byly aktivity zaměřené na chemii zpracované v rámci již zmíněného projektu COMBLAB (více o úlohách lze najít na www.comblab.eu a v publikaci Stratilová Urválková et al. 2014). Žáci v rámci laboratorního cvičení realizovali 1 – 4 aktivity ze 7 možných, které lze rozdělit do 3 skupin, jimž odpovídá specifické využití ovládacího softwaru: Titrace (stanovení chloridů konduktometrickou titrací, stanovení kyselosti vína potenciometrickou titrací, stanovení peroxidu vodíku potenciometrickou redoxní titrací), spektroskopické metody (kvalitativní stanovení barviv v nápoji, kvantitativní stanovení modrého barviva v nápoji – aplikace Lambert-Beerova zákona, Krásný skleník – sledování absorpce světla) a plynová chromatografie (Tichý vrah – stanovení ethanolu a methanolu vedle sebe a kvalitativní stanovení ketonů). K realizaci úloh bylo využito spektrum dostupného software k ovládání a sběru dat pomocí školních měřicích systémů, konkrétně software Logger Pro (firmy Vernier), DataStudio (firmy Pasco), SPARKvue (firmy Pasco) a

SpectraSuite (firmy Ocean Optics, pro ovládání spektroskopických měření). U cvičení zaměřeného na plynovou chromatografii byl taktéž využit software Logger Pro v módu ke sběru dat plynové chromatografie. Ke sběru dat byly využity 2 různé typy sběrných zařízení, v nichž byla následně i zpracovávána data – tablet v kombinaci se softwarem SPARKvue a PC v kombinaci s ostatními programy. Veškerá cvičení byla realizována s ohledem na požadavky učitelů chemie z participujících škol. Většina žáků absolvovala cvičení jedenkrát (180), část pak dvakrát (28), třikrát (16) a čtyřikrát (16). V rámci každého prvního laboratorního cvičení byla provedena krátká instruktáž pro práci se systémem a s ovládacím programem v rozsahu asi 15 – 20 minut. Prostředkem hodnocení byl nově koncipovaný dotazník sestávající z 20 položek sledujících provedení MBL aktivity (včetně hodnocení práce s MBL), pochopení aktivity (včetně hodnocení práce s MBL), rozvoj vědomostí a celkové hodnocení aktivity a práce s MBL. Pro účely této publikace bylo z dotazníku vybráno 6 tvrzení (položek): (P1) Bylo jednoduché nastavit MBL zařízení, (P2) Bylo jednoduché pracovat s počítačem/tabletem a MBL softwarem, (P3) Na provedení experimentu jsem potřeboval pomoc učitele, (P4) Kolikrát už jste před touto aktivitou použili MBL, (P5) Ocenil bych častější používání MBL v hodinách přírodních věd a (P6) Vyjádřete vaši celkovou spokojenost s realizovanou aktivitou. S uvedenými tvrzeními (P1-P3) měli žáci vyjádřit míru souhlasu na čtyřstupňové škále (od „naprostý souhlas“, „spíše souhlas“, „spíše nesouhlas“ až po „naprostý nesouhlas“), u položky P4 měli žáci uvést počet, popř. volit v rozmezí nikdy, 1-2×, 3-5×, 6-10× a více než 10×, pravidelně. U položky P5 bylo možnými volbami ANO/NE, spokojenost (P6) pak měla být vyjádřena na šestistupňové škále vyjádřené počtem tzv. smajlíků (od ☺☺☺ - „velmi spokojený“ po ☹☹☹ - „velmi nespokojený“). Všechny hodnocené položky bylo možné doplnit komentáři. Získaná hodnocení byla zpracována statistickým programem GNU PSPP a interpretována s ohledem na cíle daného šetření. Korelace mezi vybranými položkami byly sledovány pomocí Pearsonova koeficientu R na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, statisticky významné rozdíly mezi skupinami pak prostřednictvím analýzy rozptylu (jednoduchá ANOVA).

Výsledky a diskuse

Výsledky dotazníkového šetření a žáky poskytnuté komentáře ukázaly, že žáci hodnotí práci se školními měřicími systémy v chemii s uvedenými BOV aktivitami velmi pozitivně. Téměř 95 % žáků bylo se cvičením spokojeno, z toho zhruba třetina velmi spokojena a něco přes třetinu spokojena. Docela spokojeno (tedy jakýsi neutrální pohled) měla zhruba pětina zúčastněných žáků. Nespokojenost pak vyjádřilo zhruba 5 % žáků, přičemž důvody nespokojenosti byly mj. použité zařízení (PC nebo tablet) nebo software, které uživateli nevy-

hovořily po uživatelské stránce, požadavky na menší počet zúčastněných žáků, požadavky na větší množství času pro diskusi s vedoucím cvičení, požadavek na delší instruktaž k ovládání systému, nedostatek času na realizaci úlohy či prostě konstatování, že: „Počítače nejsou nic pro mě“. Častější využití školních měřicích systémů ve výuce by pak uvítalo 77 % zúčastněných žáků, zbytek se prezentoval opačným názorem. Zajímavé je, že ačkoliv těchto zhruba 23 % žáků není pro častější využití MBL ve výuce chemie, uvedené praktikum hodnotila pozitivně (velmi spokojený či spokojený) i tak více než polovina z těchto žáků (58 %). Hodnocení cvičení pak ani příliš nekolísal s ohledem na počet použití MBL konkrétním žákem (Tabulka 1).

Tab. 1 *Hodnocení cvičení žáky vzhledem k četnosti používání školních experimentálních systémů*

Četnost využití MBL	Průměr	Směrodatná odchylka	Chyba
Nikdy	2,05	0,95	0,09
1 až 2x	2,10	0,97	0,09
3 až 5x	1,87	0,97	0,12
6 až 10x	1,88	0,99	0,24
Pravidelně	1,77	0,93	0,26

Průměrná hodnota hodnocení praktika se pohybovala okolo čísla 2, směrem k častějšímu využití systému mírně klesala až k hodnotě 1,77 při velmi častém využití MBL (tabulka 1), nicméně rozdíl mezi hodnotami nebyl statisticky významný ($F(4,326) = 0,96$, $p = 0,43$). Častější používání školních měřicích systémů ve výuce pak taktéž opticky podporují nejvíce ti, kteří je používají prakticky pravidelně (92 %), nicméně, i ti, kteří se k MBL dostali v rámci cvičení poprvé, jsou častějšímu využívání MBL nakloněni (78 %). Opět je ale rozdíl mezi jednotlivými skupinami statisticky nevýznamný. Co se týká jednoduchosti nastavení, ovládání a práce s experimentálním systémem, jako velmi jednoduchou ji hodnotila více než třetina zúčastněných žáků (37 %), jako jednoduchou pak dalších 39 % žáků. Přitom již po prvním použití MBL hodnotila práci jako jednoduchou nadpoloviční většina žáků (průměr hodnocení $1,9 \pm 0,8$). Poměrně výrazně se pak toto hodnocení „uživatelské přívětivosti MBL“ ještě vylepšilo při třetím a vyšším využití MBL až k průměrnému hodnocení zhruba $1,7 \pm 0,8$ (statisticky významně; $P1: F(4,326) = 3,28$, $p=0,012$; $P2: F(4,325) = 4,14$, $p = 0,003$; $P3: F(4,424) = 4,27$, $p = 0,002$). Z toho lze vyvodit, že už po prvním využití MBL, při krátké 15 min. instruktaži, žáci zvládali zapojení a ovládání softwaru pro MBL a považovali jej za uživatelsky přívětivé, vlastní pozitivní pocit a uživatelská přívětivost se v jejich očích dále zvyšuje při třetím a dalším použití. Náročné zaškolení do principu funkce, ovládání

a práce s MBL tedy není nezbytné a lze jej realizovat v rámci několika úvodních hodin během zpracovávání úlohy. Nicméně, přesto, že žáci hodnotili práci s MBL jako jednoduchou, nějakou pomoc si vyžádalo 65 % z nich, z toho 85 % deklarovalo tuto pomoc jako drobnější a 15 % jako významnou. Jak je patrné, byť šlo i z pohledu učitele o drobnější pomoc nezabírající většinou více než 3 minuty, jde o jeden z aspektů, který cvičení s MBL komplikuje, neboť koncentruje učitelovu pozornost ke konkrétnímu žákovi nebo pouze jedné skupině žáků. Z výše uvedeného počtu, 99 žáků uvedlo komentář, který naznačuje, že téměř dvě třetiny pomoci se týkaly technických záležitostí (nastavení softwaru, kalibrace) souvisejících s prací s MBL, 11 % souviselo s prací v laboratoři (příprava roztoků, pipetování, naplnění byrety, ...), 20 % se zpracováním úlohy a jejího vysvětlení (princip úlohy, výpočty, ...) a zbytek (2 %) činila ostatní pomoc. Uvedené procento technické pomoci je vyšší než v obdobné studii (Stratilová Urválková et al. 2008), kde „objem“ technické pomoci činil zhruba 40 %, nicméně tato studie byla realizována za trochu jiných okolností (vícedenní cvičení v rámci projektového týdne). Zajímavé je, že potřeba pomoci neklesá (alespoň v našem vzorku) s počtem absolvovaných cvičení. Z toho je zřejmé, že při realizaci praktického cvičení s MBL, oproti cvičení „klasickému“, přibývá učitelu další potíže, kterou musí řešit, přičemž „objem pomoci“ týkající se školních měřicích systémů činí podstatnou část veškeré poskytnuté pomoci. Z toho důvodu nelze než doporučit, aby celkový počet žáků ve cvičení nebyl příliš vysoký (do 16 žáků, 5 – 8 skupin), nebo počet vyučujících byl vyšší než jeden.

Dále data naznačují vliv kvality a funkcí použitého softwaru v některých aspektech použití MBL. V hodnocení žáků při realizaci titrační úlohy s komplikovanějším manuálním nastavením nejhůře dopadl software SPARKvue v kombinaci s měřením na tabletu ($P2$ - průměr $2,8 \pm 1,1$), jehož nastavení a ovládání bylo hodnoceno žáky jako nejobtížnější. Ostatní programy pak byly hodnoceny navzájem srovnatelně, jejich hodnocení se pohybovalo v $P2$ okolo hodnot $1,7 - 1,9$; viz tabulka č. 2), přičemž rozdíl mezi softwarem SPARKvue a ostatními byl statisticky významný v obou položkách $P1$ a $P2$: ($P1: F(4,342) = 13,12$, $p=0,000$; $P2: F(4,341) = 22,95$, $p = 0,000$). Nejlépe pak v hodnocení jednoduchosti práce dopadl software LoggerPro ve spojení s úlohou plynové chromatografie (GC). Průměr hodnocení činil $1,3 \pm 0,5$, což odpovídá tomu, že z hlediska nastavování a ovládání softwaru je práce s GC nejjednodušší. Snadnost ovládání programů se přirozeně projevila i v celkovém hodnocení cvičení, kdy spokojenost se cvičením ($P6$) v případě použití softwaru SparkVue činila na šestistupňové hodnotící škále $2,4 \pm 1,2$ (stále tedy hodnocení bylo v zásadě pozitivní), zatímco hodnoty u ostatních využitých programů se pohybovaly okolo 1,9 (tabulka 3; $F(4,326) = 4,02$, $p = 0,016$).

Tab. 2 *Hodnocení „uživatelské přívětivosti“ použitého program k ovládání měření prostřednictvím položek P1 a P2 ($\emptyset$ – průměr; σ – směrodatná odchylka)*

Použitý software	$\emptyset$ (P1)	σ (P1)	Chyba (P1)	$\emptyset$ (P2)	σ (P2)	Chyba (P2)
SPARKvue/tablet	2,69	1,06	0,15	2,84	1,08	0,15
DataStudio/PC	1,87	0,87	0,09	1,81	0,85	0,09
LoggerPro/PC	1,90	0,82	0,13	1,90	0,72	0,11
Spectra Suite	1,77	0,78	0,07	1,70	0,81	0,07
LoggerPro(GC mód)/PC	1,65	0,59	0,10	1,32	0,47	0,08

Tab. 3 *Hodnocení laboratorního cvičení v závislosti na využitém programu k ovládání (P6)*

Použitý software	$\emptyset$ (P6)	σ (P6)	Chyba (P6)	(P5) (% ANO)	σ (P2)	Chyba (P2)
SPARKvue/tablet	2,42	1,20	0,17	56	0,50	0,07
DataStudio/PC	1,83	0,90	0,10	80	0,40	0,04
LoggerPro/PC	1,97	0,69	0,12	77	0,43	0,08
Spectra Suite	1,98	0,93	0,08	79	0,41	0,04
LoggerPro(GC mód)/PC	2,08	0,98	0,16	89	0,31	0,05

Celkem pochopitelně, ani žáci, kteří používali software SPARKvue na tabletu, nepodporovali tolik zavádění MBL jako v případě, kdy používali software jiný (SPARKvue – 56 % pro zavádění MBL do výuky vs. (ostatní) = 77 – 89 % pro zavádění MBL do výuky; $F(4,317) = 4,02$, $p = 0,003$), přesto ve své většině byli všichni pro zavádění MBL do výuky. Zajímavé je, že zatímco potřeba pomoci (P3) překvapivě nekoreluje s použitým software ($R = -0,08$, $\alpha = 0,150$) a stejně tak celkové hodnocení cvičení ($R = -0,05$, $\alpha = 0,327$), ocenění častější implementace do MBL už ano, ale záporně a jen málo ($R = -0,17$, $\alpha = 0,003$). To naznačuje, že žáci námi sledovaných skupin i přes obtíže, které práce se softwarem přinášela, nejsou proti implementaci MBL obecně, a že pomoc, která jim byla poskytnuta, byla účinná a vedla k úspěšné realizaci praktika. V souladu s výše uvedenými výsledky a v souladu s komentáři a rozhovory se žáky lze celkově doplnit, že programy LoggerPro a DataStudio si vedly oba srovnatelně a stejně tak tomu bylo v případě spektroskopických úloh a programů LoggerPro a SpectraSuite. Volbou kteréhokoliv z uvedených systémů tedy neudělá učitel chybu. Hlavním problémem hůře hodnoceného softwaru SPARKvue bylo zadávání hodnot objemu při titraci do příslušné tabulky a v některých chvílích přece jen těžkopádnější odezva tabletu. Při jiných měřeních v rámci jiných cvičení než hodnocených v rámci tohoto článku, které byly realizovány na tabletech se softwarem SPARKvue, ale byly zaměřeny pouze na sledování časových změn a manuální zadávání dat nebylo nezbytné, hodnocení tak negativní nebylo. Lze tedy usuzovat, že právě manuální zadávání dat na dotykové obrazovce a horší odezva tabletu jsou problémy komplikující měření

a ovládání v našem případě (tedy v případě úloh založených na titraci). Vzhledem k tomu nelze než doporučit uvedenou kombinaci softwaru SPARKvue a tabletu (či chytrého zařízení) k realizaci jednodušších úloh směřujících na displeji, popř. časovou závislostí nebo s předem zadanými hodnotami manuálního vstupu a s menším množstvím přímé interakce s tabletem. Anebo také tam, kde lze PC použít s většími obtížemi (např. při měření v terénu). Nicméně, jak je zřejmé, uvedená doporučení potřebu pomoci žáků nesníží a technické aspekty ve všech případech budou činit i nadále významnou porci pomoci poskytnuté žákům. Žáci ale budou více soustředěni na měření (a sledovaný jev) a méně zabrání do „souboje“ s ovládacím programem.

Z již uvedeného je každopádně patrné, že žáci určitě nejsou těmi, kdo by se bránil implementaci MBL do výuky, naopak, zjevně by ji uvítali či alespoň vnímali pozitivně, a to i přes některé problémy, které může implementace i pro ně znamenat. Z tohoto pohledu, dalším zajímavým výsledkem uvedeného šetření bylo, že i pokud nějaký měřicí systém na škole mají, přesto jej téměř 54 % ze sledovaných žáků před naším cvičením ještě nikdy nepoužilo. Diskuse s učiteli (byť jejich počet byl omezený – 9 respondentů) vedla k poměrně jednoznačnému závěru. Ti, kteří systém na škole nemají, většinou uvádějí jako příčinu neimplementování MBL finanční důvody (všichni respondenti – 6), naopak ti, kteří jej mají (3), se shodli na časových důvodech a případně horší dostupnosti systému (typu: „Systém vlastní fyzikář, musel bych ho žádat o zapůjčení ...“). Další diskuse vedla k závěru, že učitelé považují, i vzhledem k vlastním zkušenostem, a nutno dodat, že oprávněně, implementaci za časově náročnou a kompli-

kovanou. V tomto ohledu, realizace praktika v naší laboratoři jim dává jistotu vyřešení poměrně velkého množství technicky orientované pomoci (jak vyplývá z předchozích odstavců), v níž se mnohdy necítí úplně jistě a nejsou si jisti, že by dokázali žákům vždy adekvátně poradit. Preferují tak obecně realizaci několika praktik na našem pracovišti, než se budou cítit jistě a budou zavádět systém u nich na škole. Jinými slovy, nezbytné je pro ně nejen školení, ale i praxe v používání školních experimentálních systémů přímo ve třídě. Z tohoto pohledu námi dlouhodobě realizovaná praktika zaměřená na využívání MBL ve školní praxi, v nichž se učitel podílí na vedení praktika, mají důležitou a opodstatněnou roli v podpoře implementace MBL do výuky chemie. Je zřejmé, že pokud je cílem školy či vzdělávání (v souladu např. s tzv. Bílou knihou, Kotásek et al. 2002 – část Zvyšování zaměstnatelnosti) příprava na život a své povolání, čidla a senzory, a nejen v přírodovědných oborech, svůj smysl mají a jejich zavádění do výuky je nezbytné. A výuka by jejich použití a nasazení v praxi měla reflektovat. Vhodnou formou této reflexe může být využití školních měřicích systémů ve výuce. V souladu s úvodem k tomuto článku, implementace školních měřicích systémů do výuky má své opodstatnění i z dalších důvodů, např. ke zvýšení názornosti při prezentaci některých jevů, zvýšení schopnosti čtení grafu apod. Ač je širší implementace školních měřicích systémů zjevně žádoucí a podporovaná i většinou žáků, u učitelů narážíme na několik bariér, které implementaci MBL z jejich pohledu nutně komplikují. Jedná se o relativně novou technologii (alespoň ve školství, z pohledu vyučujících) a v souladu s Rogers et al., 2003, tato technologie bude bez vnějšího vlivu implementována pouze menší částí učitelů, tzv. Innovators (Inovátoři) a Early Adopters (ti, co rádi vše co nejdříve vyzkouší, v našich podmínkách je lze nazvat „počítačově gramotní hračkové“). Dle uvedené publikace (Rogers et al., 2003) může činit procento těchto učitelů cca 15 %. Tito učitelé ale naráží na další bariéry. První z nich je cena systémů, další bariérou je pak úsilí, které je třeba vložit byť jen do pořízení MBL systému, neboť pořízení je možné prakticky výhradně jen z EU fondů nebo sponzoringem, z běžného provozního fondu školy jen v případě výjimek. Další bariérou, jak naznačuje tato studie, je čas vložený do ovládnutí práce se systémem a k tomu zvládnutí jeho nasazení přímo ve výuce, vzhledem k množství technické podpory. Ačkoliv čas nutný ke zvládnutí práce s MBL není velký (odhadem cca 3-4 pracovní dny), mnoho učitelů nemůže tento čas obětovat. I ti nadšenější, a i v případě, že MBL mají k dispozici, s implementací přímo do výuky tak váhají. Řešení je samozřejmě, jak již bylo naznačeno, jediné v komplexnější podpoře využívání MBL, a to nejen formou v možnostech pořízení školních měřicích systémů (v rámci dotačních programů apod.) a izolovaných školení učitelů, ale také podpora jejich implementace do výuky ve formě vhodné motivace učitelů, kteří MBL zavádějí,

optimálně finanční, a také pomoci akademických pracovníků či dobře proškolených učitelů (či lektorů firem apod.) přímo ve výuce při prvních implementacích MBL na dané škole. V případě vzdělávání budoucích učitelů je nezbytné implementovat používání školních experimentálních systémů do didaktického bloku předmětů, včetně didaktických aspektů používání MBL a včetně participace studentů studijních oborů zaměřených na vzdělávání v kurzech pro SŠ žáky, např. v rámci spolupráce univerzit s fakultními školami, což je v souladu s výsledky Stratilové Urvákové (2013). Právě oni pak mohou být oněmi Innovators a Early Adopters, kteří započnou implementaci školních měřicích systémů na jejich školách a budou sloužit jako ona zmíněná technická a didaktická podpora při implementaci systémů dalšími učiteli.

Závěr

Výsledky dotazníkového šetření mezi 240 žáky 9 gymnázií a středních škol, kteří absolvovali laboratorní cvičení se školními experimentálními systémy a badatelsky orientovanými úlohami, ukázalo, že žáci zvládají práci se školními experimentálními systémy velmi dobře a práci jak s hardwarem a samotnými senzory tak s příslušným softwarem považují obecně za jednoduchou. Lze také říci, že nastavení a provedení měření se školním experimentálním systémem žáci zvládli v jisté základní formě již po zhruba 15 minutové instruktáži během prvního laboratorního cvičení, po 3. cvičení pak došlo k dalšímu kvalitativnímu posunu při práci se systémy a výsledky hodnocení naznačují, že žáci ovládání systému zvládli ještě lépe.

Oproti běžnému laboratornímu cvičení je cvičení se školními měřicími systémy komplikováno poměrně velkým objemem pomoci, která je žáky vyžadována po učiteli, a to i v případě pravidelnějšího využívání těchto systémů. Technická pomoc (nastavení softwaru, zapojení systému, pomoc s operačním systémem, ...) může v celkovém objemu pomoci tvořit i nadpoloviční většinu celkem poskytnuté pomoci. Z tohoto důvodu je doporučeno, aby laboratorní cvičení s využitím školních měřicích systémů nebylo realizováno s příliš velkými skupinami žáků, zvláště v případě komplikovanějších úloh. Dle zkušeností ze cvičení, ani zkušený učitel by neměl mít na starosti více než 16 žáků.

V rámci šetření byly také porovnány různé programy pro nastavení, ovládání a vyhodnocení měření s MBL. Výsledky naznačují, že pro žáky, z pohledu uživatelské přívětivosti (ale i možnosti), jsou programy dvou největších hráčů na našem trhu – LoggerPro (Vernier) a DataStudio (Pasco) na velmi obdobné úrovni a jejich hodnocení žáky se liší jen minimálně. Stejně tak byl v rámci spektroskopických měření hodnocen také program SpectraSuite firmy Ocean Optics. O něco horší hodnocení z pohledu uživatelské přívětivosti pak získala kombinace programu SPARKvue a tabletu, která se ale

v jednodušších měřeních jevila jako bezproblémová. Z tohoto důvodu lze uvedený program doporučit pro realizaci jednodušších měření s časovou závislostí s minimálním počtem manuálních vstupů a nebo pro práci v terénu a tam, kde není možné využít PC.

Žáci také ve své většině pak hodnotili realizované cvičení kladně a většina jich také podporuje implementaci školních experimentálních systémů do výuky chemie a výuky přírodovědných předmětů, a to i přes potíže, které je mohou při práci s uvedenými systémy potkat. Učitelé participující na cvičení, podobně jako jejich žáci, také v zásadě podporují zavádění školních měřicích systémů do výuky, nicméně, zmínili několik bariér, které větší rozšíření omezují. Mezi ně patří nejen finanční možnosti škol, ale také významnější podpora implementace školních měřicích systémů do výuky. V tomto ohledu se jako velmi účinný prostředek podporující častější používání MBL ve výuce jeví realizace nejen školení pro učitele, ale také on-site (na místě) technická a didaktická podpora zkušeného pracovníka (v práci se školními měřicími systémy) při několika prvních laboratorních cvičeních se systémem na dané škole. Dále se jeví jako nezbytné zařazení práce s těmito systémy (nebo alespoň čidly) do výuky budoucích učitelů přírodovědných předmětů v rámci jejich studijních programů. Vzhledem k významu a potřebě zavádění školních měřicích systémů do výuky na školách je uvedená podpora více než žádoucí.

Tato práce byla podpořena projekty COMBLAB - 517587-LLP-1-2011-1-ES-COMENIUS-CMP uděleným v rámci programu COMENIUS (projekt EU) a PRVOUK P42. Za udělenou podporu těmto projektům děkujeme.

Literatura

BARNEA, N., DORI, Y. J.; HOFSTEIN, A. Development and implementation of inquiry-based and computerized-based laboratories: reforming high school chemistry in Israel. In: *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 3, 2010, pp. 218 – 228.

BARTON, R. How do computers affect graphical interpretation? In: *School Science Review*, 79(287), 1997, pp. 55-60.

BÍLEK, M. Chemický experiment a mikropočítač. In: *Mezinárodní seminář o vyučování chemii - sborník přednášek II.*, 1992. Hradec Králové: VŠP, 1992, s. 33 – 35.

BÍLEK, M. Školní experiment a mikropočítač. In: *MEDACTA 93 - sborník mezinárodního sympózia č. 5.*, 1993, Nitra: VŠPg 1993.

ČTRNÁCTOVÁ, H., CÍDLOVÁ, H., TRNOVÁ, E., BAYEROVÁ, A., KUBĚNOVÁ, G. Úroveň vybraných chemických dovedností žáků základních škol a gymnázií. In: *Chem. Listy*, 107, 2013, pp. 897-905. ISSN 1213-7103, 0009-2770 (printed).

DOSTÁL, J. *Inquiry-based instruction - Concept, essence, importance and contribution*, Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 2015. ISBN 978-80-244-4507-6.

FELTL, T., ŠMEJKAL, P. *Web projektu COMBLAB* [Online]. Konsorcium projektu COMBLAB: ©2014 [cit. 15.5.2016]. Dostupné na: www.comblab.eu

HAMNE, P., BERNHARD, J. Educating pre-service teachers using hands-on and microcomputer based labs as tools for concept substitution. In R. Pinto, & S. Surinach (Eds.) *Physics Teacher Education Beyond 2000*, pp.663-666. Paris: Elsevier. 2001.

HOOD, B. J. Research on computers in chemistry education: reflections and predictions. In: *Journal of Chemical Education*, 71(3), 1994, pp. 196-200.

Fma Ista a Parlamentní Listy, *Zastaralé odpařovací indikátory tepla využívá ještě plných 20 % českých domácností*. [online]. Parlamentní listy, 2014, Poslední změna 26.4.2014 [cit. 15.5.2016]. Dostupné na <http://www.parlamentnilisty.cz/zpravy/tiskovezpravy/Zastarale-odparovaci-indikatory-tepla-vyuziva-jeste-plnych-20-ceskych-domacnosti-324279>

KOTÁSEK, J. et al., MŠMT ČR, *Národní program rozvoje vzdělávání v České republice, Bílá kniha*, Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání – nakladatelství Tauris, Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. 2001. ISBN 80-211-0372-8.

KUBIČKA, J. *Metody a principy měření alkoholu v těle*. České Budějovice, 2011. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Michal Šerý. [cit. 15.5.2016]. Dostupné na <http://theses.cz/id/mOkmef/BP.pdf>

LAM, T. Tools of the Trade: Microcomputer-Based Instrumentation: As Easy As ADC. In: *Hands On!* 6(2), 1983, pp. 18-19.

LUSTIG, F., LUSTIGOVÁ, Z., VLÁŠEK, P. *ISES - příručka k soupravě Školní 590 experimentální systém*, Praha: Učební pomůcky PC-IN/OUT. 1992.

OPEKAR, F. Neviditelný postrach horníků. In: *Přírodovědci.cz* 2013(4), 2013, pp. 24-25. [Online]. Dostupné na <https://www.prirodovedci.cz/templates/modules/magazin/pc/index.php?uuid=896fd8b0-6339-11e4-afaa-0025900e353a>

PAPÁČEK, M. Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? In: *Scientia in educatione* 1(1), 2010, pp. 33-49. ISSN 1804-7106.

STANGE, E. *Deset nejkurióznějších aplikací pro iPhone, iPad a spol.* [Online], Redakce Chip, Chip, BURDA Praha, spol. s r.o., ©2011, [cit. 15.5.2016]. Dostupné na <http://www.chip.cz/casopis-chip/earchiv/vydani/r-2011/chip-07-11/deset-aplikaci/>

ROGERS, M.E. *Diffusion of Innovations*, 5th edition, New York: Free Press, Simon and Schuster, 2003, 576 p. ISBN 0-7432-5823-1.

STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E., ŠMEJKAL, P., KLÍMOVÁ, H. Kvalitativní zhodnocení dotazů žáků při laboratorním cvičení s instrumentální technikou. In: *Current Trends in Chemical Curricula – Sborník Mezinárodní konference, Praha, 24-26. září 2008*, Praha, Nesměrák, 2008, s. 126-130, 2008. ISBN 978-80-86561-60-8.

STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E. *Počítačem podporované experimenty ve výuce chemie na střední škole*, Praha 2013. Dizertační práce. Univerzita Karlova v Praze. Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Petr Šmejkal. [Online]. [cit. 15.5.2016]. Dostupné na <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/52996/>

STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E., ŠMEJKAL, P., SKORŠEPA, M., TEPLÝ, P., TORTOSA, M. MBL Activities using IBSE: Learning Biology in Context. In: *Experiments in teaching and learning natural sciences*, monograph, Nodzyńska, M, Cieśla, P., Kania, A. Eds. Kraków: Pedagogical University of Kraków, 2014, pp. 34 – 37. ISBN: 978-83-7271-878-5.

SVEC, M. Improving graphing interpretation skills and understanding of motion using microcomputer based laboratories. In: *Electronic Journal of Science Education*, 3(4), 1999.

ŠMEJKAL, P. Příprava budoucích učitelů – experimentování z pohledu didaktika. In: *e-Mole* 2014(0), 2014, pp. 25-27, ISSN 2336-5714. Dostupné na http://www.e-mole.cz/sites/default/files/media/documents/e-mole_000-2014-mobile.pdf

THORNTON, R. K., SOKOLOFF, D. R. Learning motion concepts using real-time microcomputer-based laboratory tools. In: *American Journal of Physics*, 58(9), 1990, pp. 858-867.

TINKER, R. F. *Microcomputers in the lab: Techniques and applications*. Cambridge: Technical Educational Research Center, 1984.

TINKER, R. *Microcomputer-based labs: educational research and standards*. Berlin: Springer-Verlag. 1996.

VÁCLAVÍK, L. *Smartphony jsou prošípované spoustou senzorů. Jak se v nich vyznat?* [Online], cnews.cz, Extra Publishing, s. r. o., ©2014, ISSN 1804-9907. [cit. 15.5.2016]. Dostupné na <http://www.cnews.cz/clanky/smartphony-jsou-prospikovane-spoustou-senzoru-jak-se-v-nich-vyznat>

WOODARD, F. E., WOODARD, W. S., REILLEY, C. N. Microprocessor-Based Laboratory Data Acquisition Systems. In: *Analytical Chemistry*. 53(11), 1981, 1251A-1252A, 1254A, 1256A, 1258A, 1261A-62A, 1264A, 1266A.



ISSN 1338-1024