

VÝUKA CHEMIE

TRADICE A SOUČASNÝ STAV POMŮCKOVÉHO ZABEZPEČENÍ EDUKAČNÍHO CHEMICKÉHO EXPERIMENTU V ČESKÉ REPUBLICE

PAVEL BENEŠ^a, MARTIN RUSEK^a a TOMÁŠ
KUDRNA^b

^a Katedra chemie a didaktiky chemie, Pedagogická fakulta,
Univerzita Karlova v Praze, M. D. Rettigové 4, 116 39
Praha 1, ^b Lach-Ner, s.r.o., Tovární 157, 271 11 Neratovice
pavel.benes@pedf.cuni.cz, martin.rusek@pedf.cuni.cz

Došlo 5.3.14, přijato 27.3.14.

Klíčová slova: edukační chemický pokus, školní chemický
pokus, pomůcky pro chemický pokus, výuka chemie

Obsah

1. Úvod
2. Požadavky na tvorbu pomůcek pro edukační chemický pokus
3. 80. léta minulého století
4. Současnost
5. Perspektivní východiska
 - 5.1. Přenosná laboratoř chemie
 - 5.2. Tajemství přírody
6. Závěr

1. Úvod

Běžně známým faktem je, že pro výuku chemie jako experimentální vědy mají mimořádný a nepostradatelný význam pokusy. Tradičně je edukační pokus označován jako školní, pokud se využívá ve škole. V současnosti je uplatňován pojem edukační experiment, který má širší význam. Edukační roli mají totiž nejen chemické pokusy prováděné ve škole, ale i v zájmové činnosti mimo školu a pokusy domácí. Z tohoto důvodu je dále v textu používáno označení edukační chemický experiment.

Výuka chemie má díky své experimentální složce velkou výhodu oproti ostatním všeobecně vzdělávacím předmětům. Ve smyslu požadavků J. A. Komenského předkládá učení na základě důkazu s využitím všech lidských smyslů a uplatněním úvahy k pochopení podstaty sledovaných jevů¹.

Již první učebnice chemie – Demerho Kurz chemie vydaný v roce 1697 – považuje chemii za demonstrační vědu, jejímž základem je experiment. Justus von Liebig ve druhé polovině 19. století poprvé zavedl experiment jako didaktickou metodu a převedl těžiště výuky z přednášek do laboratorních cvičení. Význam experimentu pro vzdělávání v chemii setrvává doposud. Také Chemické listy věnují na svých stránkách edukačnímu chemickému experimentu pozornost, ať již jde o souborné příspěvky^{2–4} nebo reálné náměty pro experimenty^{5–8}.

Někteří didaktici chemie se ve svých příspěvcích v odborných časopisech a na konferencích vyjadřují ve smyslu soumraku až úplného vymizení reálného edukačního experimentu, případně jeho náhrady audiovizuální technikou. Realizaci mála nebo vůbec žádných pokusů ve výuce chemie zdůvodňují učitelé nedostatkem času při obsahové náročnosti výuky, malou dostupností pomůcek a chemikálií, finančními náklady na jejich pořizování, ale také nedostatečnou metodickou podporou. Rada současných vysokoškolských studentů společenských vědních oborů učitelství při dotazu, zda by si vzpomněli na nějaký pokus, který viděli nebo prováděli při výuce chemie na základní a střední škole, neuvědomí žádný. Přitom právě pokusy jsou žáky označovány za jednu z nejvíce motivujících součástí výuky chemie⁹. Poznatky z chemie se často předávají verbálně, popř. se zápisem a výjimečně pro zpestření projekcí pokusu s využitím audiovizuální techniky. Převládá teoretický styl učení bez experimentu, který by umožňoval získání nových poznatků na základě reálných představ a pochopení učiva¹⁰. Žáci ztrácejí motivaci učit se chemii a ztrácejí možnost nalézat cestu vlastního empirického poznání světa.

Dalším významným zásahem, který vede k omezení pokusů, jsou legislativní změny v možnostech práce s chemickými látkami, zejména pokud se týká žákovských pokusů^{11, 12}. Někteří vyučující řešili tento problém tak, že přestali pokusy provádět, dokonce likvidovali laboratoře a kabinety chemie. Absence pokusů při výuce však vede ke ztrátě názornosti, motivace žáků a v konečném důsledku pak k malému zájmu žáků o chemii¹³. Jednou z cest, jak napomoci návratu chemických pokusů do škol, může být jejich dostupné zajištění pomůckami, které jsou při práci bezpečné a práce s nimi je časově málo náročná.

2. Požadavky na tvorbu pomůcek pro edukační chemický pokus

Chemický edukační pokus plní ve výuce významné funkce v oblasti motivační, informační, poznávací i diagnostické. K naplnění těchto funkcí proto mohou výrazně přispět reálné výukové pomůcky, zejména soupravy pro pokusy. Tvůrci těchto pomůcek by měli akceptovat kritéria didaktická, technicko-ekonomická a ergonomická¹⁴.

Didaktická kritéria kladou důraz na shodu s danými vzdělávacími cíli, specifický přínos pro efektivitu vzdělávacího procesu, motivaci žáků, vhodnou strukturu a srozumitelnost, přiměřené časové nároky, využitelnost při různých formách a metodách výuky.

Technicko-ekonomická kritéria obsahují dodržení technických a bezpečnostních norem, technickou úroveň provedení a racionálnost konstrukce, nároky na skladovací prostory, originalitu zpracování a samozřejmě cenu.

Ergonomická kritéria zahrnují zejména kritéria:

- antropometrická (např. poměr k tělesné výšce, délce končetin, vzdálenosti oka při pozorování, odpovídající výška manipulační roviny),
- psychofyzická (např. síla potřebná k manipulaci s pomůckou a při jejím přemísťování, požadovaná zraková ostrost, sluchová a hmatová diskriminace),
- psychologická (např. požadované schopnosti, paměť, speciální znalosti či dovednosti),
- hygienická (např. čistota ovzduší, osvětlení, hluk).

K dalším kritériím patří vhodnost tvaru, rozměrů a hmotnost, jednoduché uložení, trvanlivost, spolehlivost, estetický vzhled a tím i přitažlivost pomůcky.

3. 80. léta minulého století

Za období největšího rozkvětu edukačního chemického experimentu a jeho pomůckového zabezpečení v poválečném období na území České republiky lze považovat 80. léta 20. století. Opora byla jak ve školském systému, tak ve výrobě pomůcek. Direktivní učební osnovy předepisovaly nejen experimentální základ povinné výuky, ale i laboratorní cvičení žáků na základních a středních školách. Navíc existovaly povinně volitelné předměty založené na experimentech. Tyto předměty měly oporu především v učebnicích^{15–20} poskytovaných státem zdarma. Témata a didaktické zpracování zajímavých námětů pro experimenty v citovaných učebnicích lze v řadě případů využít i v současných podmínkách při laboratorních cvičeních, chemických praktikách i v zájmové činnosti.

Soubory pomůcek i jednotlivé díly byly vyvíjeny ve spolupráci s didaktiky chemie a distribuovány se státní podporou výrobními závody Komenium Praha, Učebné pomůcky Bánská Bystrica, ale i dalšími (např. Sklářny Kavalier, Labora Praha, Sklářny Votice). V přeneseném slova smyslu šlo o renesanci školního chemického pokusu²¹.

Pro demonstrační pokusy učitelů byla vyvinuta netradičně pojatá přenosná souprava, která poskytovala pomůcky pro realizaci široké škály pokusů od tematiky separačních metod po demonstrace přípravy a vlastností chemických prvků, chemických reakcí anorganických, organických látek a biochemie. Využití zábrusových spojení skleněných součástí soupravy přinášelo řadu výhod²². K dispozici byla rovněž kartotéka s metodikou pokusů, které zahrnovaly celý komplex témat výuky chemie na ZŠ a SŠ²³.

Modernizačním trendem bylo i využití promítaných pokusů zpětnou projekcí s cílem zpřístupnit děje, které

nelze při běžné demonstraci pozorovat (např. rozpouštění, pohyb částic při chemických reakcích, děje na elektrodách při elektrolýze). Takto provedené pokusy jsou v současnosti opomíjeny, i když umožňují spojení informací z reálného i promítaného pokusu a přinášejí úsporu chemikálií i času²⁴.

V této době byla také sestavena originální skladná souprava pro pokusy žáků semimikrotechnikou. Její předností byla dostupnost, bezpečnost práce a široké využití při výuce stěžejních témat chemie. V praxi byla využívána pro samostatné práce žáků během základní výuky, při laboratorních cvičeních i v zájmové činnosti. Souprava byla také rozšířena o možnost práce makrotechnikou a využití tematicky zaměřených kazetových souprav²⁵.

Některé z uvedených souprav jsou pro svou rozšířenost, praktičnost, odolnost, ale místy i nedostatek prostředků pro obnovu vybavení využívány doposud. Aktivita nejen didaktiků chemie, ale i učitelů z praxe vedla v 80. letech k řadě dalších návrhů na pomůcky pro experimenty a metodiku jejich využití. Ty by mohly být zdrojem námětů i v současnosti. Přehled publikací k tématice věnované experimentům byl k dispozici studentům učitelství chemie²⁶.

Pro zájmovou činnost a domácí pokusy byla do volného prodeje distribuována souprava Junij chimik. Obsahovala základní pomůcky a chemikálie s návrhy až 30 pokusů. V současnosti by však většinu z nich nebylo možné provádět z důvodu používání některých, dnes již nepovolených látek.

4. Současnost

Všeobecné povědomí učitelské veřejnosti o nedostatečných možnostech získat pomůcky pro realizaci školních chemických pokusů je většinou založeno na neinformovanosti. V současnosti je českými dodavateli nabízena řada pomůcek zahraničních výrobců. Tyto pomůcky jsou již na některých školách využívány, avšak mají jistá omezení. Jde především o finanční náročnost. Dovolit si je mohou pouze ty školy, které získají grant nebo mají sponzora. Dalším problémem těchto souprav je monotematicnost, přestože tyto soupravy poskytují řadu pracovních námětů. Za významný problém lze považovat i absenci metodické podpory s vazbou na naše současné vzdělávací standardy (Rámcové vzdělávací programy). V případě některých souprav také nejsou respektovány již citované zákonné požadavky pro práci žáků s chemickými látkami. V případě použití těchto pomůcek spočívá odpovědnost na vyučujícím a při domácích pokusech na dohledu dospělých osoby.

Širokou nabídku pomůcek, které jsou na některých českých školách využívány, poskytují firmy Vernier, Conatex (Pierron) a Pasco. Vernier dodává řadu jednoduchých měřicích přístrojů. Například senzory pro měření množství kyslíku, oxidu uhličitého, hodnot pH, polarimetr, kolorimetr nebo školní plynový chromatograf. Poskytuje i možnost sestavených balíčků pro fyziku, biologii i chemii

s možností vlastní konfigurace obsahu těchto sad²⁷. Jejich využití je vhodné na úrovni gymnázií nebo přírodovědně zaměřených středních odborných škol. Ze série poměrně drahých pomůcek je pro školy cenově dostupné čidlo pro měření teploty, které lze využít pro sérii doporučených pokusů.

Obdobný typ senzorů i jejich využití nabízí i firma Pasco²⁸. Sensory a další vybavení využívá jiné rozhraní než sada Vernier. Rozdíly jsou také v software vyhodnocujícím data ze senzorů, v možnostech práce s daty, ať již na počítači, na tabletu nebo v přenosném panelu určeném především pro mimoškolní experimenty. Oba výrobci pokrývají experimentální pomůcky pro biologii, fyziku i chemii, zaměřují se i na vybavení pro pokusy prováděné mimo školní třídu.

Conatex²⁹ nabízí pomůcky od kufříků s vybavením pro elektrochemii a nanotechnologie, až po sady chemie pro začínající, látky kolem nás, chemie v kuchyni, barva plamene. Dílčí zkušenosti s využitím sady semimikrochemie již u nás byly publikovány³⁰.

Na internetových stránkách jsou další nabídky pomůcek, pro které však platí již uvedená omezení. Zájemce by měl vždy zvážit zejména pro sebe dostupnou cenu pomůcky a její praktickou využitelnost.

Didacta³¹ inzeruje soupravy ke cvičením z chemie pro I. stupeň, II. stupeň a elektrochemii. Thames & Kosmos³² nabízí sety pro úvod do chemie, pro začátečníky a pro středně pokročilé. Učební pomůcky³³ doporučují žákovskou soupravu pro chemii a aquanal-ekotest. Pro zájmovou činnost je určena souprava Malý chemik³⁴ firmy Clementoni.

Výjimkou z hlediska finančních nároků je zdarma poskytovaná souprava Tajemství vody³⁵ z nadačního fondu Veolia Voda Česká republika. Jde o přenosný soubor pomůcek pro jednoduchou analýzu vody včetně pracovních postupů, které jsou již na školách využívány.

5. Perspektivní východiska

Príspevek informuje o genezi a současném stavu ve vybavení pro experimentální činnost ve výuce chemie, ale předkládá i možnost blýskání na lepší časy edukačnímu chemickému experimentu. Jde o tvorbu nových, nyní běžně i cenově dostupných souprav pomůcek a chemikálií s úzkou vazbou na současné Rámcové vzdělávací programy (RVP).

První souprava je určena pro demonstrační pokusy k základům chemie na 2. stupni ZŠ a SOŠ nechemického zaměření, popř. zájmovou činnost. Druhá souprava svým novým přístupem umožňuje seznamovat předškolní děti i žáky s prvopočátky chemických poznatků. Je určena nejen pro demonstrační pokusy na 1. stupni ZŠ a v mateřské škole, ale i pro některé pokusy dětí v zájmových kroužcích. Podle prvních ohlasů³⁶ by navrhované řešení mohlo významně přispět ke zlepšení současné situace nízkého zájmu o chemii, a to již od začátku školního vzdělávání.

5.1. Přenosná laboratoř chemie

Pomocníkem při svízelném vybavování škol může být Přenosná laboratoř³⁷ dodávaná firmou Lach-Ner, s.r.o., Neratovice. Originální pojetí soupravy lze označit jako „malý kabinet chemie“ nebo „vše v jednom“. V plastové, snadno přenosné krabici jsou přehledně uspořádány pomůcky: laboratorní sklo, nosítka, laboratorní stojan, stojan na zkumavky i chemikálie v těsnících nádobách označených podle norem. Přiložena je příručka s metodickým zpracováním 40 pokusů³⁸, které pokrývají základní témata výuky chemie (fyzikální a chemický děj, směsi a oddělování jejich složek, chemické prvky, oxidy, kyseliny, hydroxidy, soli, organické sloučeniny, přírodní látky).

5.2. Tajemství přírody

Souprava Tajemství přírody³⁹ poskytuje prostřednictvím pokusů možnosti přispět k rozvoji přírodovědné gramotnosti i pregramotnosti, včetně chemické propedeutiky již pro děti v mateřské škole a dále žáky na 1. a 2. stupni ZŠ. Souprava obsahuje pomůcky, chemikálie a metodickou příručku pro 100 přírodovědných pokusů⁴⁰. Pokusy mají integrované přírodovědné pojetí, spojují poznatky z chemie, biologie, fyziky a jejich praktické využití v běžném životě.

Součástí projektu je i „dětský kyblíček“ ve skutečné formě kyblíku, který obsahuje soupravu pro jednoduché pokusy⁴¹. Obsahuje přehledně uložené, vzhledem k bezpečnosti plastové pomůcky (kádinky, baňky, nálevky, pipety, zkumavky, ale i nůžky a filtrační papír). Látky k pokusům buď dodá učitel, nebo jsou ze zdrojů běžně využívaných v domácnosti. Přiložená metodická příručka uvádí odkazy a poznámky ke 40 pokusům ze základní sady, které mohou provádět děti samotné.

Projekt má vlastní metodickou podporu na webových stránkách výrobce souprav⁴² (firma Lach-Ner, s.r.o.), které umožňují získat podpůrné materiály týkající se vazeb na současné RVP. Poskytují také náměty na další pokusy. Stránky rovněž umožňují učitelům z praxe vkládat své příspěvky a komunikovat s autory soupravy a metodické příručky.

6. Závěr

Experiment jako součást výuky má u nás tradici delší než 160 let (cit.⁴³). Jeho podpora učebními texty, metodikami a možnostmi zabezpečení pomůcek byla velice proměnlivá. Závislost realizace spočívala trvale na faktorech obsahu dokumentů státního vzdělávání, na autorech a výrobcích pomůcek.

Autoři příspěvku si kladou dva hlavní cíle. Prvním je předat základní informace o možnostech materiálně-technického zajištění edukačního chemického experimentu. Ze seminářů dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků vyplývá, že mnozí o možnostech pomůckového vybavení nevědí. Druhým cílem je poskytnout inspirativní

zdroj podnětů pro následníky, kteří se budou věnovat udržitelnému rozvoji této základní cesty poznávání v chemii.

LITERATURA

- Komenský J.A.: *Velká didaktika*. SPN, Praha 1958.
- Jaklová Dyrtrtová J., Dyrtrtová R., Jakl M., Navrátil T., Petr M., Šteffl M.: *Chem. Listy*. 108, 1172 (2014).
- Čtrnáctová H., Zajíček J.: *Chem. Listy* 104, 811 (2010).
- Hellberg J., Bílek M.: *Chem. Listy* 94, 1125 (2000).
- Hájková Z., Šmejkal P.: *Chem. Listy* 108, 892 (2014).
- Holada K., Beneš P., Liška F.: *Chem. Listy* 105, 55 (2011).
- Beneš P., Berka A.: *Chem. Listy* 93, 812 (1999).
- Beneš P., Berka A.: *Chem. Listy* 80, 977 (1986).
- Rusek M.: *Scientia in educatione* 2, 23 (2011).
- Škoda J., Doulik P.: *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX.*, 15. – 17. září 2009, 1. část (M. Bílek, ed.), str. 238. Gaudeamus, Hradec Králové 2009.
- Zákon č. 157/1998 Sb. *o chemických látkách a chemických přípravcích*. Sběrka zákonů 1998.
- Zákon č. 356/2003 Sb. *o chemických látkách a chemických přípravcích*. Sběrka zákonů 2003.
- Rusek M.: *Scientia in Educatione* 4, 33 (2013).
- Pachmann E., Beneš P.: *Didaktika chemie (část obecná)*. Univerzita Karlova, Praha 1993.
- Beneš P., Dostál P., Halberštát L., Holada K., Jágerská Š.: *Chemicko-biologická praktika pro 8. ročník ZŠ*. SPN, Praha 1983.
- Pachmann E., Beneš P., Dostál P., Holada K.: *Chemicko-biologická praktika pro 7. ročník ZŠ*. SPN, Praha 1982.
- Beneš P., Čípera J., Holada K., Pospíšil J., Velikanič A.: *Cvičení z chemie pro I. ročník gymnázií*. SPN, Praha 1984.
- Beneš P., Čípera J., Holada K., Pospíšil J., Velikanič A.: *Cvičení z chemie pro II. ročník gymnázií*. SPN, Praha 1985.
- Beneš P., Čípera J., Holada K., Pospíšil J., Velikanič A.: *Cvičení z chemie pro III. ročník gymnázií*. SPN, Praha 1986.
- Beneš P., Čípera J., Holada K., Pospíšil J., Velikanič A.: *Cvičení z chemie pro IV. ročník gymnázií*. SPN, Praha 1987.
- Holada K., Beneš P.: *Přir. Vědy Šk.* 33, 340 (1983).
- Holada K., Beneš P.: *Přir. Vědy Šk.* 27, 270 (1976).
- Holada K., Beneš P.: *Přir. Vědy Šk.* 33, 21 (1981).
- Beneš P., Holada K.: *Přir. Vědy Šk.* 32, 218 (1981).
- Pachman E., Pospíšil J.: *Didaktika experimentální chemie na všeobecně vzdělávací škole vzhledem k semimikrotechnice laboratorních prací*. Univerzita Karlova, Praha 1968.
- Holada K., Beneš P.: *Speciální didaktika chemie*. SPN, Praha 1983.
- <http://www.vernier.cz/experimenty>, staženo 19.02.2014.
- <http://www.pasco.cz/produkty/ch>, staženo 18.02.2014.
- <http://www.pierron.cz/conatex/ucebni-pomucky.php>, staženo 19.01.2014.
- Mačková M., Dušek B.: *Biol. Chem. Zem.* 22, (2013).
- <http://www.didacta.cz/chemie.html>, staženo 19.02.2014.
- <http://www.thamesandkosmos.com/products/chem/chem3.html>, staženo 19.02.2014.
- <http://www.ucebnipomucky.net/katalog/zbozi/chemie/chemicke-soupravy/produkt/zakovska-souprava-pro-chemii>, staženo 19.02.2014.
- <http://albi.cz>, staženo 19.12.2013.
- <http://www.svas.cz/tajemstvi-vody-vodni-kufrik.html>, staženo 11.1.2014.
- Kropáčková J., Adamec M.: *Poradce ředitelky mateřské školky*, 9-13 (2013).
- <http://www.lach-ner.com/prenosna-laborator/t-380/?n=11>, staženo 19.12.2014.
- Beneš P., Pumpr V.: *40 pokusů pro výuku chemie*. Lach-Ner, s.r.o., Neratovice 2010.
- <http://www.lach-ner.com/souprava-pro-pokusy-v-ms-a-zs/t-382/?n=11>, staženo 19.12.2014.
- Beneš P., Köhlerová V., Kudrna T., Pumpr V.: *100 přírodovědných pokusů (objevné cesty vlastního poznávání)*. Lach-Ner, s.r.o., Neratovice 2013.
- <http://www.lach-ner.com/informace-o-soupravice/t-542/?n=11>, staženo 19.02.2014.
- <http://www.lach-ner.com/skoly/t-319/>, staženo 24.2.2014.
- Amerling K.: *Lučební základové hospodářství a řemeslnictví ku prospěchu čekatelů národních škol*. Arcibiskupské knihtiskárny, 1851.

P. Beneš^a, M. Rusek^a, and T. Kudrna^b
^a*Department of Chemistry and Chemistry Education, Charles University in Prague, Czech Republic,* ^b*Lach-Ner, s.r.o. Neratovice): Tradition and Present State of Educational Chemical Experiment Aid Support in the Czech Republic*

Educational chemical experiment plays a vital role in chemistry education. It develops logical thinking with the use of empirical procedures, affects all senses, activates students, leads them to better understanding new knowledge and brings new subject matter closer to them. Presently, chemistry teachers reduce using chemical experiments especially on the grounds of insufficient equipment and methodical support. The paper brings a review of accessible teaching aids since 1980's. Particular newly developed teaching aids which could reverse the described unfavourable situation are also described.