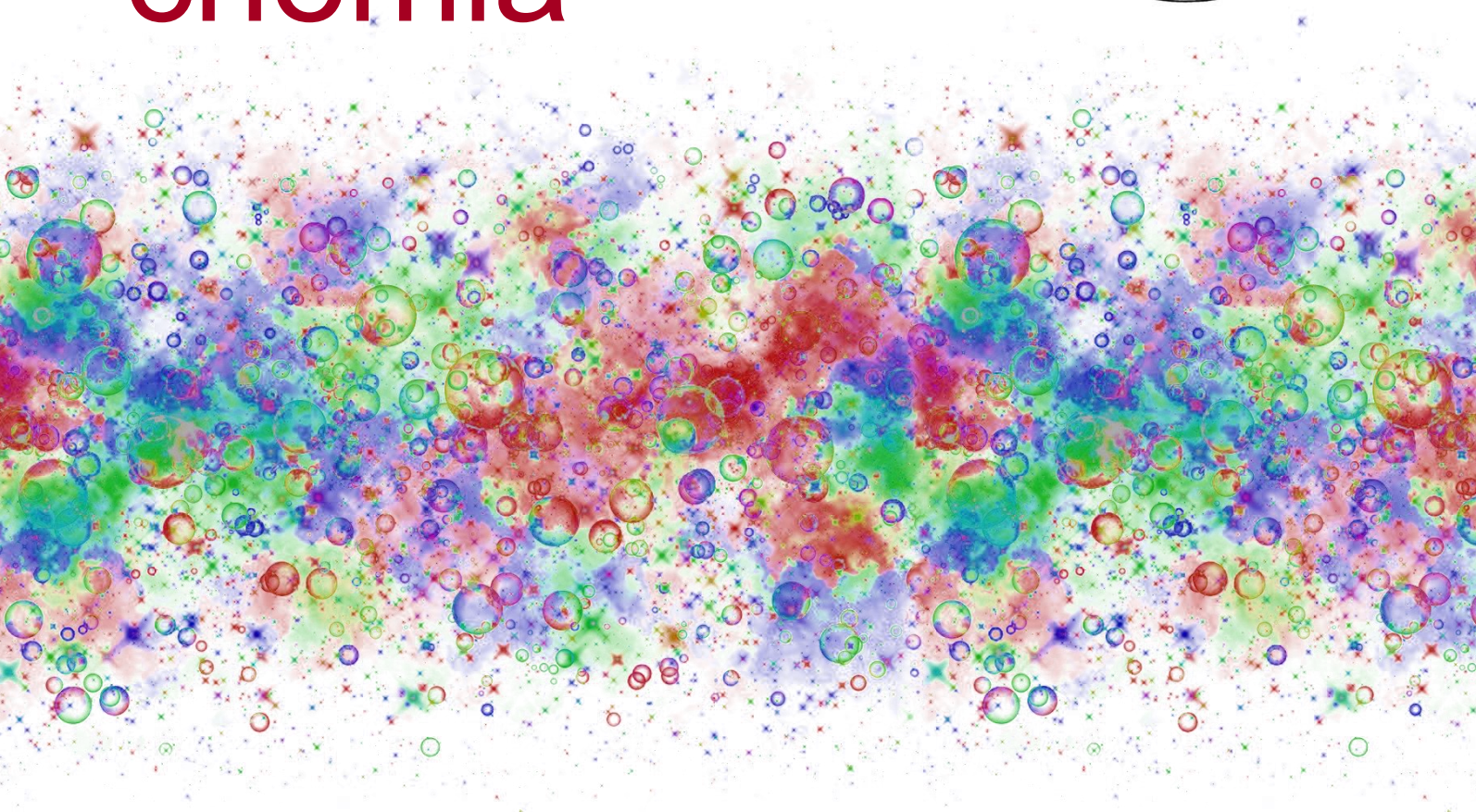
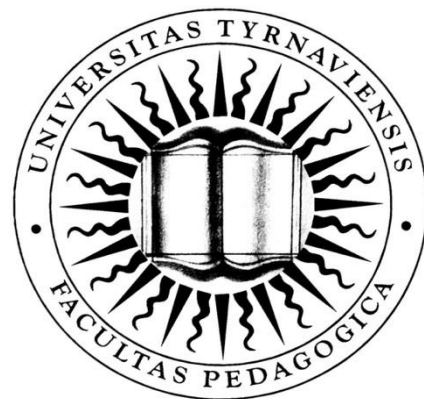


biológia ekológia chémia



časopis pre školy
ročník 18
číslo **4**
2014

biológia ekológia chémia

časopis pre školy
ročník 18
číslo 4
2014
ISSN 1338-1024

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

editori čísla

prof. PhDr. Ľubomír Held, CSc.
Mgr. Jana Bronerská

rubriky čísla

Hľadanie zámerov dizertačných prác
Prehľadové štúdie
Krátke správy o prebiehajúcich výskumoch
Konštrukcia didaktických materiálov použiteľných v praxi

recenzenti čísla

prof. PhDr. Martin Bílek, PhD.
doc. RNDr. Beáta Brestenská, PhD.
prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.
prof. PhDr. Ľubomír Held, CSc.
prof. RNDr. Miroslav Prokša, PhD.
doc. Ing. Ján Reguli, CSc.
doc. RNDr. Marie Solárová, PhD.

stála redakčná rada časopisu

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, chémia vychádza štvrťročne
a je bezplatne prístupný na stránkach <http://bech.truni.sk/>



obsah

str. 1

Vedecká základňa pre teóriu chemického vzdelávania
prof. PhDr. Ľubomír Held, CSc.

HĽADANIE ZÁMEROV DIZERTAČNÝCH PRÁC

str. 3

Nové trendy a možnosti využitia videa ve výuce chemie
Mgr. Bc. Roman Hásek, doc. PaedDr. Jiří Rychtera, PhD.

str. 7

Badatelsky orientovaná výuka se zaměřením na organickou chemii
Mgr. Monika Petriláková, prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.

str. 11

Implementace badatelsky orientovaného přístupu v chemickém vzdělávání
Mgr. Veronika Zámečnicková, prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.

str. 16

„Zelená chémia“ vo vyučovaní organickej chémie na strednej škole
Mgr. Jana Cibulková, doc. RNDr. Beáta Brestenská, PhD.

str. 20

Výuka chemie na střední zdravotnické škole
Ing. Zuzana Vargová, doc. RNDr. Marie Solárová, PhD.

str. 24

Interdisciplinárne skúmanie štruktúry látok s podporou matematiky
Mgr. Matúš Ivan, RNDr. Renata Šulcová, PhD.

PREHĽADOVÉ ŠTÚDIE

str. 29

Didaktický software pro výuku chemie – současná situace v České republice
Mgr. Kateřina Chroustová, prof. PhDr. Martin Bílek, PhD.

str. 35

Digitální média ve výuce chemie: analýza vývoje jejich vlivu na znalosti a motivaci žáků
Mgr. Jiří Šimek, prof. PhDr. Martin Bílek, PhD.

KRÁTKÉ SPRÁVY O PREBIEHAJÚCICH VÝSKUMOCH

str. 44

Analysis of the Effectiveness of Teaching Chemistry to a Student with Dysfunctions
Mgr. Wioleta Kopek-Putała

str. 48

Školské počítačové meracie systémy vo vyučovaní chémie na základnej škole
Mgr. Vladimír Gašparík

str. 53

Implementácia mobilných zariadení do vyučovania: Prípadové štúdie
Mgr. Martin Šponiar, doc. RNDr. Beáta Brestenská, PhD.

str. 57

Porovnanie úspešnosti riešenia učebných úloh s rôznou úrovňou obtiažnosti u žiakov 1. ročníka gymnázia
Mgr. Michal Vrabec

str. 62

Multikomponentní úlohy v praxi
Mgr. Kateřina Trčková

KONŠTRUKCIA DIDAKTICKÝCH MATERIÁLOV POUŽITEĽNÝCH V PRAXI

str. 67

Induktívne sprostredkovanie konceptu periodický zákon
Mgr. Jana Bronerská

Vedecká základňa pre teóriu chemického vzdelávania

prof. PhDr. Ľubomír Held, CSc.

Katedra chémie
Pedagogická fakulta
Trnavská univerzita v Trnave
Priemyselná 4, 918 43 Trnava
Slovenská republika
lubomir.held@truni.sk

Odborové didaktiky dnes už nespochybniteľne patria do sústavy vedných a študijných programov na univerzitách a ich fakultách pripravujúcich učiteľov. Z prírodovedných odborových didaktík je inštitucionálne najlepšie vybavená oblasť didaktiky chémie, aj keď samotná materská disciplína chémie je zasa jednou z mladších vedných disciplín. Na českých a slovenských univerzitách existuje v súčasnosti 5 pracovísk, ktoré poskytujú akreditované programy 3. stupňa v oblasti teórie chemického vzdelávania.

Predmetom teórie chemického vzdelávania je v podstate jeho pedagogicko-psychologická odborná reflexia chemického vzdelávania. Táto sa pôvodne vzťahovala k vysokoškolskému vzdelávaniu. Chémia sa v 18. storočí študovala súčasne s botanikou na lekárskech fakultách tradičných univerzít, ale aj na technických vysokých školách najmä hutníckeho zamerania. V príklade koncipovania chemického vzdelávania na Banskej akadémii v Banskej Štiavnici, mimoriadne významnej inštitúcii Rakúsko-Uhorska vnímame zárodoky teoreticko-praktického uvažovania o chemickom vzdelávaní. To sa premietlo do modernej organizácie vzdelávania spojenej s realizáciou praktických cvičení v laboratóriách (Tomeček, 2001).

Metodika vyučovania chémie ako osobitný predmet vysokoškolského štúdia sa rozšírila krátko potom ako sa chémie usadila v učebných plánoch stredných škôl. V školskom roku 1923/24 viedol docent anorganickej chémie J. Křepelka lektorské cvičenia z metodiky vyučovania chémie na Karlovej univerzite ako prípravu pre budúcich učiteľov stredných škôl (Pachmann, Hofmann 1981).

Potreba špecializovaného učiteľského vzdelávania vzrástla po druhej svetovej vojne, keď chémie ako predmet natrvalo obsadil oficiálne miesto v učebných plánoch všeobecnovzdelávacích škôl. Predtým sa na všeobecnovzdelávacích školách (v dnešnom ponímaní ISCED 2) vyučoval chemický obsah v rámci prírodovedného predmetu prírodospyt.

Nový predmet chémie, ktorý bol poskytnutý celej populácii školop povinnej mládeže vyžadoval množstvo nových učiteľov. Títo sa začali pripravovať na špeciálnych vysokých školách s učiteľským zameraním. V období socializmu to v Československu boli postupne rozličné inštitúcie, a to: Vysoké školy pedagogické, Vyššie pedagogické školy, Pedagogické inštitúty, samostatné Pedagogické fakulty, a napokon Pedagogické a Prírodovedecké fakulty univerzít.

Metodika chémie sa postupne pretransformovala na odborovú didaktiku. Formálny prechod na pôdu pedagogických disciplín znamenal inštitucionálnu podporu a teória vyučovania chémie sa stala vedeckou disciplínou, v ktorej bolo možné realizovať vedeckú prípravu (CSc.). Táto vedecká emancipácia spôsobila kvantitatívny nárast pracovníkov v oblasti teórie chemického vzdelávania. V sedemdesiatych rokoch dvadsiateho storočia dostali vo vtedajšom Československu prvú príležitosť študovať vedeckú prípravu v oblasti teórie vyučovania chémie interným spôsobom prví interní vedeckí aspiranti. Okrem autora tohto príspevku to bola aj prof. Čtrnáctová a prof. Koča. „Nová krv“ priniesla do teórie chemického vzdelávania nové podnety zo vzdialenejších oblastí vedy než bola blízka chémie a pedagogika. V Prahe sa matematickými metódami rozpracúvala štruktúra chemického učiva, v Brne vznikol prvý e-learningový program a v Trnave vznikali prvé psychodidaktické štúdie.

Druhá polovica dvadsiateho storočia znamenala intenzívny rozvoj teórie chemického vzdelávania v rámci krajín strednej a východnej Európy. Je pozoruhodné, že skupina nadšencov sústredená okolo doc. Pachmanna vydávala samostatný referátový časopis Informačný bulletin Didaktika chemie, ktorý registroval celosvetovú vedeckú produkciu a bol spoľahlivou databázou informácií pre výskum v tejto oblasti. Vyššie popísanú etapu vedeckej prípravy odborníkov veľmi konkrétne zhodnotil vo svojej monografii M. Bílek (2003).

Po zmene politických pomerov v deväťdesiatych rokoch sa na didaktiku chémie ako súčasť politicky skompromitovanej pedagogiky začala vedecká obec (tvrdých chemických disciplín) dívať s dešpektom.

Teória chemického vzdelávania na určitý čas vypadla z nomenklatúry vedeckých odborov, nebolo teda možné získať formálnu kvalifikáciu. V tejto, celkovo nepriaznivej situácii je ale zaujímavé, že teória matematického a fyzikálneho vzdelávania naopak formálne posilnila tým, že sa stala súčasťou matematiky a fyziky.

Nepriazeň osudu sa podarilo prekonať najprv na Slovensku. Vďaka zášтите prof. O. Tomečka, rektora novovzniknutej univerzity v Banskej Bystrici, teória chemického vzdelávania dostala oficiálnu platformu doktorandského štúdia a tiež sa stala legitímnym odborom univerzitnej kvalifikácie.

Neskôr sa podarilo prekážky prekonať aj v Českej republike (Čtrnáctová, Klečková, 2010) a komunita česko-slovenských didaktikov sa postupne rozrástla o blízke regióny z Poľska. Nastala koordinácia vedeckých podujatí, spolupráca v oblasti výskumu i prípravy doktorandov. Z geografického hľadiska by sme mohli povedať, že jazyková a kultúrna blízkosť dala dohromady severné regióny bývalého Rakúsko-Uhorska, čo dalo základ komunite didaktikov úsmevom označovanej ako „CK didaktika“.

Zakrátko po legitimizácii tretieho stupňa vysokoškolského štúdia na vysokých školách nastal nárast počtu interných a externých doktorandov. Desiatky študentov tretieho stupňa v oblasti teórie chemického vzdelávania hľadalo podnety na konfrontáciu pre svoje výskumné postupy.

Z iniciatívy garantov štúdia na Karlovej univerzite v Prahe a Trnavskej univerzite v Trnave sa pred desiatimi rokmi zrodil vedecký seminár pre doktorandov, ktorého výsledky (presnejšie jeho desiatej časti) predkladáme v tomto čísle.

Potreba organizovať špeciálny seminár vyplynula z potreby konfrontácie tém dizertačných prác, prípadne ich ďalšieho nasmerovania, legitimizácie metodických postupov spracovania výsledkov výskumov, nácviku vedeckej argumentácie a prezentácie výsledkov vo vedeckej komunite.

K uvedenému cieľu sa podriaďuje aj organizácia seminára. Seminár je finančne nenáročný, aby sa mohli zúčastniť aj doktorandi, ktorí nie sú zaštitení vedeckými grantmi svojich školiteľov. „Inkvizičná“ rada, zložená zo školiteľov a garantov doktorandského štúdia na jednotlivých fakultách je povinná byť mimoriadne aktívna pri oponentúre prezentovaných príspevkov. Školiteľ nemôže obhajovať svojho doktoranda. Príspevky sú publikované spravidla až po seminári, aby doktorandi mohli zapracovať dobre mienené rady z diskusie. Uvedené pravidlá aj keď nie sú oficiálne sa stále dodržujú a mám pocit, že sú osožné.

Dnes, keď sa podobné semináre organizujú v mnohých ďalších odboroch doktorandského štúdia, verím, že tradíciu vytvorenú našim podujatím sa podarí udržať v záujme skvalitnenia dizertačných prác a ich potenciálneho vplyvu na chemické vzdelávanie ako také.

Dovolím si v závere ešte poznámku k publikovaným príspevkom. Nie je možné ich zaradiť do existujúcich rubrik nášho časopisu, preto pre potreby tohto špecifického čísla sme ich rozdelili do príliehavejších kategórií. A to:

- **Hľadanie zámerov dizertačných prác**
- **Prehľadové štúdie**
- **Krátke správy o prebiehajúcich výskumoch**
- **Konštrukcia didaktických materiálov použiteľných v praxi**

Literatúra

- BÍLEK, M. *Didaktika chemie – výzkum a vysokoškolská výuka*. Hradec Králové : Miloš Vognar – M & V, 2003.
- ČTRNÁCTOVÁ H., KLEČKOVÁ, M. Doktorské studium v oblasti didaktiky chemie – vývoj a súčasnosť. *Scientia in educatione* 1(1), 2010, p. 119–124, ISSN 1804-7106.
- PACHMANN, E., HOFMANN, V. *Obecná didaktika chemie*. Praha : SPN 1981.
- TOMEČEK, O., HERČKO, I. *Chémia a mineralógia na Baníckej a lesníckej akadémii v Banskej Štiavnici*. Banská Bystrica : Slovenská chemická spoločnosť 2001.

Nové trendy a možnosti využití videa ve výuce chemie

Mgr. Bc. Roman Hásek

Vyšší odborná škola zdravotnická a Střední
zdravotnická škola
Procházkova 303, 541 01 Trutnov
Česká republika
hasek@szstrutnov.cz

doc. PaedDr. Jiří Rychtera, PhD.

Přírodovědecká fakulta
Univerzita Hradec Králové
Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové
Česká republika
jiri.rychtera@uhk.cz

Abstract

Our article deals with current possibilities of the use of video recording in chemistry teaching. We not only want to describe contemporary situation, but search for new options with the help of the newest multimedia technologies – 3D projection, IR projection and a high speed recording. The aim is to increase interest in chemistry and experimentation. We also suggest how to improve the efficiency of the recordings by dividing them into separate pictures. We support participation of students into a process of video making. The aim of the dissertation should be verification of these procedures on the representative sample of students.

Úvod

Chemický experiment je, jak je všeobecně známo, jedním ze základních prostředků poznávání. Tuto funkci plní proto, že je pro poznávající subjekt zdrojem informací nezbytných pro aktivní percepci, která je považována za nezbytnou součást poznávacího procesu.

Přestože jsou školní chemické experimenty tak častým tématem výzkumu, jeví se jejich efektivní interpretace stále nedořešeným problémem a možno konstatovat i nekončícím problémem. V současnosti se významné perspektivy nabízejí v procesech spojených s digitalizací získávaných dat, ty ale budou vyžadovat pravděpodobně využití některých nestandardních postupů a především odlišnou koncepci použitých technických systémů. Např. rychloběžné kamery, termokamery apod. A to je problematika, kterou se chceme zabývat.

Cílem disertačního projektu je tedy tyto nestandardní postupy konkrétně navrhnout, definovat, popsat a v rámci školních experimentů realizovat a testovat. Potom samozřejmě ověřit jejich didaktický impakt a efektivitu.

Realita současnosti

Na úvod našeho článku se chceme zamyslet nad zásadní otázkou: „Má video, konkrétně videozáznam chemických experimentů význam v dnešní výuce chemie? Není již přežitkem? Guru moderního vyučování Geoff Petty ve své stejnojmenné publikaci uvádí: „Film, video je dnes pro děti zdroj zábavy, naprosto samo-

zřejmý a běžný. A vzhledem k této samozřejmosti vnímají film jako součást prostředí, nesoustředí se na něj, vykonávají při něm jiné činnosti, píšou při něm úkoly.“⁽¹⁾ Doba, kdy video ve vyučování bylo téměř svátkem, je nenávratně pryč. Má tedy smysl využívat video jako didaktický nástroj?

Školní chemický experiment jako prostředek výuky je významnou součástí základních organizačních forem vyučování v chemii. Definujeme ho jako plánovitou a cílevědomou činnost realizovanou učitelem ve spolupráci se žáky, jejímž obsahem je studium přírodních jevů za známých podmínek. Jeho cílem je získávání poznatků, které vedou k hlubšímu a obecnému chemickému poznání. Zařazení chemického pokusu do vyučování přispívá k plnění řady vyučovacích i výchovných cílů. Převážná většina v učebnicích popisovaných chemických experimentů je z časových důvodů jednoduchých, kvalitativně orientovaných, přinášejících poznávajícím subjektům především znalosti. Osvojení **znalostí** žákovi přináší specifické informace, jejichž vybavení a následná reprodukce je zpravidla v současné škole považována za dostatečnou podmínku realizace efektivní výuky. Žáci tak ve skutečnosti především opakují sdělované pojmy, reprodukuji jejich definice a v lepším případě tyto pojmy popisují, případně přiřazují k nadstavbovému pojmu obecnějšímu. Z hlediska poznávacího lze tyto procesy přiřazovat k nejnižší možné kategorii Bloomovy taxonomie cílů. Škola se proto začíná v tomto ohledu zdát málo atraktivní, protože pouhé osvojování znalostí je z pohledu vynaložené energie pro žáky „bolestivé“, získané znalosti se zapomínají a snadno si je navíc mohou tzv. „vygooglovat“, což s sebou nese syndrom zdánlivého zmaru a zbytečnosti školou organizovaných postupů.

Ozdravení této zažité metodiky, po němž s v našich školách již dlouho volá, souvisí především s úpravami cílových kategorií. Podle připomínané Bloomovy taxonomie kognitivních cílů je třeba vyučovací proces organizovat ve smyslu neustálé podpory intelektuálních

předpokladů, které jsou nezbytnou podmínkou operativních procesů se získanými znalostmi. Poznávající žák by měl být schopen **pronikat do principů prezentovaných dějů**, vysvětlovat je, formulovat závěry vlastními slovy, uvádět příklady vzájemných souvislostí, zobecňovat, třídit apod. Tyto procesy se uplatňují i při interpretaci poznatého, neboť žák při re-prezentaci poznatků je nucen vysvětlovat, srovnávat, objevovat souvislosti, modelovat a abstrahovat. Zákonitým vyvrcholením vzpomínaných postupů je předpoklad **aplikovat** poznané do praxe a to nejen ve smyslu pochopení k čemu je jev využíván, ale i ve smyslu navrhování nových možností využití. Výše vzpomínané jsou ovšem teoretické předpoklady. Ve skutečnosti, v souladu s uvedeným mottem příspěvku, „je nedostatek nových a původních pokusů, nových experimentálních metodik, pomůcek pro experimentování žáků i učitelů, sbírek (kartoték) pokusů, ale i úpadek experimentální zručnosti učitelů chemie.“¹⁾

V současné době je k dispozici pro použití ve výuce velké množství videozáznamů chemických experimentů různých kvalit, délek i obsahů. První videozáznamy, resp. filmové záznamy experimentů se začaly objevovat v 50. a 60. letech minulého století, kdy projekční technika mohla být masově využívána ve školách (filmové promítačky), v 80. letech byly filmové záznamy nahražovány videozáznamy.³⁾

Autory těchto filmů a videozáznamů jsou jednak sami pedagogové společně se studenty, dále komerční firmy a v neposlední době i amatérští autoři umísťují své záznamy do veřejného prostoru, např. na kanálu YouTube.

Jaké jsou výhody a důvody využívání videozáznamů experimentů v chemii? Video bývá levnější než samotná fyzická realizace experimentu. Samozřejmě je také bezpečné. Učiteli projekce videa spoří výrazně čas, kdy nemusí připravovat experiment. Zároveň může záznam opakovat bez omezení. V neposlední řadě video zvyšuje jednoznačně efektivitu výuky.

Nevýhodou je nesporně přímý kontakt žáků s experimentem. Zároveň také někdy sporná kvalita záznamů a v poslední době i faktické chyby ve videích na veřejných zdrojích.

Pokud vyučující zapojí video do výuky, očekává zlepšení procesu získávání vědomostí o reálném a skutečném experimentu, lepší vtisk vědomostí o daném experimentu a pokud se provádí simultánně experiment i fyzicky, potom očekává zvýšení efektivity, porozumění a zlepšení interpretace probíhajících jevů.

V současnosti je jasné, že pouhé „promítnutí“ videa už nemůže dostatečně a plnohodnotně plnit takovou roli, jako hrálo před 10 nebo 20 lety. Didaktika chemie na

použití videa nemůže rezignovat a musí, v souladu se nejnovějšími poznatky a pokrokem v oblasti multimédií, držet krok a nevzdávat se pozice nositele inovací. Současná generace Z, která prochází základním a středním vzdělávacím procesem, je výrazným uživatelem multimediálních technologií a je pro ni typické rychlé a online předávání informací. Zároveň dochází jednoznačně ke splynutí ICT a multimédií. Fotoaparát, mobilní telefon, PC a televizor dokáží v současnosti kvalitně zaznamenávat video, fotografovat, sdílet a reprodukovat.

Další možnosti a budoucnost videa ve výuce chemie

Jak tedy posunout využití videa na další stupeň tak, aby přínos pro výuku chemie byl co největší?

Jednou z možností je zapojení nejnovějších technologií v oblasti záznamu. Takových, u nichž bylo použití dosud nemyslitelné z důvodu nedostupnosti nebo vysoké cenové náročnosti.

Jednou takovou technologií je 3D záznam nebo-li také stereoskopie. Stereoskopie je technologie, která umožňuje prostorový zrakový vjem vyvolaný dvourozměrnou předlohou např. pomocí stereoskopických brýlí. Je známá již od 19. století. Tím, že každé oko vnímá drobně odlišný obraz, vzniká v mozku dojem třírozměrného vidění.⁴⁾ Dnes je již relativně běžně dostupná záznamová a projekční technika za rozumnou a akceptovatelnou cenu. Pokud však budeme zaznamenávat a následně promítat ve 3D záznam experimentu, nezískáme nic víc než dojem třírozměrnosti, což považujeme z hlediska didaktického přínosu za málo významné. Jiná situace by nastala v případě, kdy bychom v této technologii promítali např. 3D struktury molekul. Ale takový záznam je poměrně obtížné vytvořit.

Další technologií záznamu, která stojí za zmínku, je záznam a následná projekce IR (infračerveného) záznamu, přesněji záznamu v oblasti infračerveného spektra. K záznamu IR záření slouží termokamery. Termokamery (termografické kamery) detekují záření v infračerveném rozsahu elektromagnetického spektra (900 – 14000nm) a vytvářejí obraz tohoto záření. V podstatě se dá uvést, že měří teplotu. Jejich záznam chemických i biologických experimentů je pro žáky velmi zajímavý, atraktivní a přínosný. Bez použití složitých měřících zařízení a z bezpečné vzdálenosti zaznamenává v reálném čase teplotu například při termicky zajímavém experimentu a teplotu lze přesně odečíst a zaznamenat. V současnosti se ceny termokamery dožívají pod hodnotu, která je přijatelná i pro střední a základní školy. Nevýhodou v jejich použití je nutnost otevřených experimentů a všechny termicky zajímavé

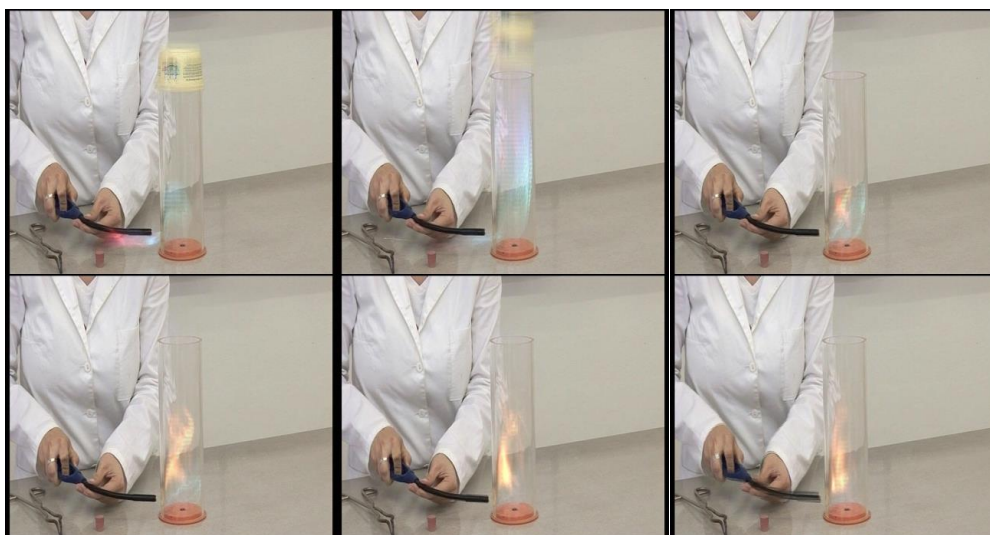
experimenty nelze realizovat v otevřených systémech. Velmi dobře použitelnou záznamovou technologií je high-speed záznam experimentu. Pokud natáčíme videozáznam klasickou záznamovou technikou, je záběr snímán v rychlosti 25 snímků za sekundu a následně může být ve stejné rychlosti promítán. Tato frekvence snímků vytváří pro lidské oko dojem plynulosti pohybů. Pokud však frekvenci při promítání zpomalíme, pohyb se stává trhaný a neplynulý. Při experimentu, který může probíhat řádově ve zlomcích sekundy a kdy zároveň chceme zachytit klíčové procesy, je záznam v klasickém režimu nekvalitní. V režimu záznamu high-speed je frekvence zaznamenaných snímků řádově 100 až 2000 snímků za sekundu. Pokud potom pustíme záznam experimentu ve frekvenci 25 snímků za sekundu, vidíme zpomalený a plynulý záznam experimentu včetně klíčových momentů je zřetelný a jasný. Pořízení záznamové

techniky high-speed je v dnešní době relativně levné, řádově do 20.000,- Kč.

Ať zaznamenané experiment jakýmkoli způsobem, pomocí 3D záznamu, infračerveného záznamu nebo high-speed záznamu, klíčová pro nás a pro pedagogické využití bude následná práce s tímto záznamem, jeho nasazení do výuky chemie. Při výuce je důležité zajistit maximální výtěžnost ze záznamu. A efektivitu. A jak toho docílit?

Jakýkoli záznam dnes už prakticky není v jiné podobě než digitální. A tento rozměr záznamu rozšiřuje možnosti nasazení do výuky. Jako zásadní a klíčové se nám jeví rozložení digitálního záznamu experimentu na jednotlivé snímky. K takovému rozkladu na snímky lze použít zdarma poskytované SW prostředky pro správu videozáznamů (např. VirtualDub, Pinnacle atp.). Viz. obr. 1

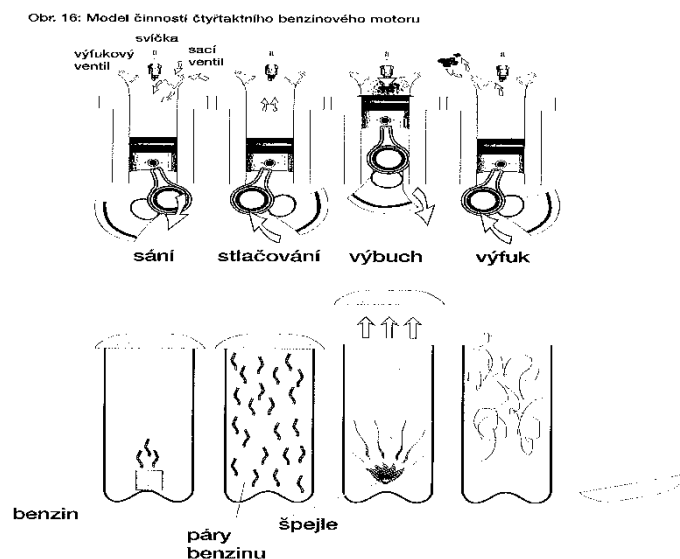
Obr. 1 Jednotlivé snímky z rozloženého videozáznamu experimentu – příklad



Při normálním záznamu tak získáváme z 1 sekundy záznamu 25 snímků chronologicky řazených snímků a při high-speed záznamu se jedná o počet snímků výrazně vyšší. Toto v sobě nese velký potenciál při analýze, pochopení a interpretaci experimentu. A nejen to. Pokud experiment zároveň fyzicky provádíme souběžně se záznamem, můžeme opakovaně měnit vstupní hodnoty experimentu a tím dosáhnout jiných výsledných hodnot.

Jako vhodný experiment pro takový záznam jsme vybrali model zážehového motoru. Plastový transparentní válec jsme zaplnili parami benzínu, zaklopili jsme tento válec lehkou a snadno odstranitelnou záklopkou. Následně jsme provedli otvorem ve spodní části válce iniciaci par plamenem. Došlo ke vznícení par benzínu a odhození záklopkou. Viz. obr. 2

Obr. 2 Schema vybraného experimentu – model vznětového motoru



Při záznamu běžnou kamerou jsme tak kromě videozáznamu získali následným rozkladem tohoto záznamu jednotlivé snímky, na kterých jsou zřetelně patrné jednotlivé fáze experimentu, které nelze při reálném sledování nebo sledování záznamu pouhým okem vůbec postřehnout. Přitom se jedná o klíčové momenty. K zobrazení těchto snímků můžeme použít opět volně šiřitelný SW, např. Picasa.

Těmito procesy získáváme cenný didaktický materiál. Při analýze videa experimentu využíváme nejnovější audiovizuální prostředky. Následný obrazový záznam nám poskytuje vhled, který v porovnání s běžným záznamem rozšiřuje možnost diskuse nad experimentem. Podle předpokladů by tato analýza mohla zlepšit efektivitu experimentu a výuky, pochopení experimentu a teorie s experimentem svázané. Zároveň by mohla zlepšit vtisk této teorie do paměti žáků a zlepšit schopnost interpretace experimentu.

Po analýze záznamu lze upravovat vstupní parametry experimentu. V našem konkrétním příkladu např. změnu složení palivové směsi, typ iniciace par (elektrická jiskra, plamen atp.). Následně provedeme opakovaný záznam a všechny záznamy můžeme navzájem porovnávat a to i v jednotlivých detailních snímcích daného klíčového okamžiku experimentu.

Tento videozáznam a jeho eventuální rozklad lze ukládat, sdílet pro další použití – samostudium, opakování atp.

Pokud chceme zajistit zvýšení efektivity experimentu a zájmu žáků, je dobrou myšlenkou přímé zapojení žáků do tvorby a záznamů těchto videí. Dnešní generace studentů má k moderním multimediálním technologiím velmi blízko, dokáže s nimi pracovat, a proto se jejich zapojení přímo nabízí.

Závěr

Podle našeho názoru je práce s multimédií, konkrétně potom se záznamem školních experimentů stále velmi dobrým způsobem, jak výuku chemie zpestřit, zefektivnit a učinit zajímavější. Nabízí mnoho možností, jak zapojit studenty do přípravy, realizace, tvorby, analýzy a diskuse k daným a vhodným tématům učiva chemie.

Naším cílem bude nyní vytvořit vhodnou databázi experimentů pro záznam pomocí různých, výše uvedených technik. Po výběru vytvořit pracovní verze těchto záznamů, metodické příručky na vybraném vzorku žáků ověřit efektivitu a zvýšení zájmu a porozumění vybraným tématům.

Pokud se tedy máme odpovědět na otázku položenou v úvodu, zda má smysl využívat video jako didaktický nástroj, potom odpověď zní s podmínkou ano. A tou podmínkou je nutnost udržovat kontakt s technickým vývojem v oblasti multimédií. Sledování nejnovějších trendů, jako je 3D záznam, infra- a high-speed záznam. Úkolem pedagoga-didaktika je zapojit tyto trendy do tvorby záznamů experimentů. Za nutnost se potom považuje zpracování a analýza videozáznamů v SW i HW prostředí v souladu s probíhajícími trendy. Např. rozklad záznamů na jednotlivé snímky nebo zrychlování, event. zpomalování projekce. Výhodnou konstelací pro toto zapojení jsou klesající ceny HW i SW vybavení, nehledě na skutečnost, že velký podíl SW vybavení je dnes poskytován jako freeware.

Velkou přidanou hodnotu poskytne i skutečnost, že do přímé tvorby videozáznamů lze zapojit žáky a studenty, čímž lze docílit zvýšení zájmu o předmět samotný. Konec konců i žáci bývají v dnešní době velmi zdatní ve využívání multimédií.

Literatura

1. HOLADA, K.: Tendence přírodovědného vzdělávání a přípravy učitelů. In: Pešková J., Lipertová P. (eds.): *Hledání učitele*. Pdf UK, Praha 1996, s. 169. ISBN 80-96039-09-9
2. PETTY, G. *Moderní vyučování*. 6..Praha: Portál, 2013, 568. ISBN 978-80-262-0367-4.
3. AUTOR NEUVEDEN. *16mm film* [online]. [cit. 14.12.2014]. Dostupný na WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/16mm_film
4. AUTOR NEUVEDEN. *Stereoskopie* [online]. [cit. 14.12.2014]. Dostupný na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Stereoskopie>

Badateľsky orientovaná výuka se zaměřením na organickú chemii

Mgr. Monika Petriláková

prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.

Přirodovědecká fakulta
Univerzita Karlova v Praze
Albertov 6, 128 43 Praha 2
Česká republika
ctr@natur.cuni.cz
mpetrilakova@goachodov.cz

Abstract

It is a well-known fact that the students' interest in scientific subjects, including chemistry, is on the decline. The reason is that the students often learn the individual facts but they don't understand their substance and principles and they are unable to apply them to real-world problems. Attempts to change the current situation lead to a discussion about this problem and to suggestions of necessary innovations of the contents of subject matter and teaching methods. This article deals with the problem in the context of inquiry-based science education. We give a brief characterization of this educational approach and show the importance of its implementation in the chemistry education. We also give a brief description of some organic chemistry problems converted to this approach and a method that will be used for practical verification of the created teaching materials while using selected methods of qualitative pedagogical research.

Úvod

Přirodovědné vzdělání prochází nejen v České republice, ale i v Evropě v posledních letech určitou krizí, která se projevuje především poklesem zájmu mládeže o přirodovědné předměty. Podle výsledků průzkumu PISA (Programme for International Student Assessment) jsou naši žáci méně úspěšní v řešení přirodovědných úloh, týkajících se aplikace přirodovědných poznatků (Czesaná a kol., 2009). PISA se zaměřuje na zjišťování gramotnosti žáků v oblasti čtení, matematiky a přírodních věd, které si mladá generace osvojuje především v průběhu počátečního vzdělávání, tedy výsledky tohoto výzkumu odrážejí i kvalitu počátečních vzdělávacích systémů. Gramotnost je spojena nejen s určitou úrovní vědomostí a dovedností, ale také se schopností tyto vědomosti a dovednosti aplikovat v různých situacích. Přirodovědná gramotnost je ve výzkumu PISA definována jako schopnost využívat přirodovědné vědomosti, klást otázky a z daných skutečností vyvozovat závěry, které vedou k porozumění světu přírody a pomáhají v rozhodování o něm a o změnách způsobených lidskou činností. Ačkoliv výsledky českých žáků v oblasti přírodních věd odpovídaly v r. 2009 průměru zemí OECD a byly srovnatelné například s výsledky žáků Maďarska či Rakouska, lze konstatovat, že se stejně jako v matematice, rapidně zhoršily. Výsledky českých žáků dosáhly druhého největšího zhoršení mezi zúčastněnými zeměmi. K tomuto propadu došlo na

všech druhých středních škol, s výjimkou středních odborných škol bez maturity, kde se výsledky příliš nezměnily.

Rozvoj přirodovědné gramotnosti je v současné době chápán jako důležitý cíl, ke kterému by měli žáci i v průběhu chemického vzdělávání směřovat. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia, realizovaný na našich školách od r. 2009 kladé důraz na formulaci přirodovědného problému a hledání odpovědí na něj. Rovněž jako dílčí cíle uvádí provádění pozorování, měření a experimentů podle týmového či vlastního projektu, sběr dat a hledání souvislostí mezi nimi (RVP G, 2007). Problémem zřejmě je, že se v některých školách cíle RVP ještě nestačily projevit anebo je školní vzdělávací programy (ŠVP) vytvořené školami málo respektují.

Vhodným přístupem, kdy se žák aktivně zapojuje do výuky, aktivně si osvojuje potřebné vědomosti a dovednosti je badateľsky orientované vyučování (Inquiry-Based Science Education). V rámci ČR i EU bylo realizováno několik projektů zaměřených na tento způsob výuky. Příkladem jsou české projekty 3V, Badatelé.cz, Generace Y, Věda není žádná věda a další či evropské projekty ESTABLISH, PROFILES, S-TEAM, FIBONACCI, TEMI a další. Tyto projekty si kladly za cíl zajistit a obohatit vzdělávání v oblasti přírodních věd vytvořením a praktickým ověřením řady materiálů pro badateľsky orientovanou výuku. Je pořádáno mnoho kurzů a seminářů pro učitele, jelikož je žádoucí, aby se dařilo učitele i budoucí učitele vybavit dovednostmi potřebnými pro realizaci IBSE ve výuce přirodovědných předmětů. Řada prací se zabývá zařazením IBSE do výuky biologie (Papáček 2010, Nikrýnová 2012). Úlohy pro badateľsky orientované vyučování v chemii byly vytvořeny například pro některé výše zmíněné projekty, ale není jich ještě mnoho. Tento článek bude zaměřen nejprve na stručnou charakteristiku badateľsky orientovaného vyučování, poté budou uvedeny příklady rozpracovaných úloh z učiva organické chemie a nakonec to, jak bude probíhat realizace úloh a jejich ověření v reálných školních podmínkách.

O badatelsky orientovaném vyučování

Badatelsky orientované vyučování staví žáky do role badatelů. Pro žáky to znamená jak získávání potřebných dovedností, tak i porozumění procesu bádání. Ve vztahu k vyučovacímu procesu je badatelsky orientované vyučování chápáno jako vyučování, jehož podstatou je kladení si otázek a hledání odpovědí na tyto otázky samotnými žáky. Oni sami zkoumají problémy, které jsou jim předloženy, sbírají a ověřují si informace o dané problematice, formulují hypotézy a navrhuji experimenty k jejich ověření a následně diskutují závěry. Jedno staré čínské přísloví říká: „Řekni mi a já zapomenu, ukaž mi a já si zapamatuji, zapoj mě a já pak porozumím.“ Poslední část tohoto rčení vystihuje do jisté míry podstatu badatelsky orientovaného vyučování. Zapojení žáka do objevování nových poznatků vede k porozumění těmto poznatkům (Nezvalová, 2010).

Technika dotazování, navrhování hypotéz a jejich následné ověřování je velmi důležitá a je poměrně obtížnou dovedností jak pro učitele, tak i pro žáka. Učitel pomáhá žákovi v objevování návodnými otázkami různé úrovně, od otázek vyžadujících jednoduché a složitější myšlenkové operace až k otázkám vyžadujícím tvořivé myšlení. Nelze tedy předpokládat, že by žáci byli ihned schopni sami vyřešit krok za krokem problémové úlohy bez pomoci učitele. Badatelsky orientované vyučování můžeme vymezit z hlediska vnějšího řízení učitelem takto (viz obr. 1):

Obr. 1 Různé úrovně bádání

Badatelsky orientované vyučování



- **Potvrzující bádání** je nejjednodušší úrovní bádání. Žákům je poskytnuta výzkumná otázka i postup práce, výsledky jsou známy, jde o to, je pouze vlastní praxí ověřit. Žáci pracují pod učitelovým pří-
mým vedením.
- **Při strukturovaném bádání** napomáhá učitel žá-

kům kladením návodných otázek i stanovením možného postupu. Žáci pak experiment provádějí a na základě výsledků následně formulují vysvětlení sledovaného jevu. Díky této úrovni se rozvíjí schopnosti žáků potřebné pro další úrovně bádání.

- **Nasměrované bádání** výrazně mění úlohu učitele, který se už stává pro žáky pouze jakýmsi poradcem. Žákům zadává výzkumnou otázku a oni sami pak navrhuji metodický postup, realizují jej a na závěr vysvětlují získaná data. Žáci by měli mít zkušenosti z předchozích úrovní bádání, učitel žákům pomáhá pouze návodnými otázkami.
- **Otevřené bádání** je nejvyšší úrovní bádání a je nejbližší vědeckému postupu. Do popředí se dostává samostatná práce žáků bez jakékoliv pomoci učitele. To vyžaduje velkou zdatnost při řešení problémů. Žáci si kladou výzkumnou otázku, promýšlejí postup práce, sami provádějí výzkum i formulují výsledky.

Stejně jako práce vědců má i badatelsky orientované vyučování obvykle stanovený postup práce. Pro znázornění kroků tohoto způsobu výuky lze využít různé podoby tzv. učebních cyklů. Jedním z nich je například pětietapový učební cyklus 5E, v češtině známý jako cyklus 5Z (Čtrnáctová, Mokrejšová, 2013). Tento cyklus se skládá z fází zapojení, zkoumání, zpracování, zobecnění a zhodnocení. Struktura tohoto cyklu učení bude podrobněji uvedena dále na konkrétní úloze Duha z rajčatové šťávy.

Tvorba úloh z organické chemie

Po seznámení s badatelsky orientovaným vyučováním byly stanoveny jako další kroky výběr témat učiva organické chemie a zpracování souboru úloh, volba vhodné metody pro ověřování těchto výukových materiálů v praxi a následné zpracování získaných dat.

Pro výběr obsahu učiva pro badatelsky orientované vyučování byly využity RVP, vybrané ŠVP i stávající učebnice chemie. Lze využít i jiná témata mimo obsah učebnic, a to zejména v případě výuky realizované jako projektové dny apod. Dalšími důležitými momenty výběru učiva je i kritické posuzování tématu vzhledem k cílům vzdělávání (Papáček, 2010). Při tvorbě úloh bylo třeba řešit vedle výběru učiva další otázky jako „Jak časově náročná bude realizace úloh?“, „Jaké materiální a technické prostředky budou třeba pro realizaci úloh?“ a další.

Jako vhodná témata pro zpracování chemických úloh z učiva organické chemie metodou IBSE byla vybrána témata, která žákům činí v tradiční výuce problémy, jako jsou například struktura organických sloučenin a jejich

izomerie. Žáci si prakticky za pomoci modelů organických sloučenin vyzkouší například různé typy izomerie. Sami přijdou na to, kolik různých izomerů může mít daná organická sloučenina, jak se prostorově od sebe liší jednotlivé izomery organické sloučeniny apod. Dalším zvoleným tématem byly alkoholy. Motivační část je zaměřena na oxidaci ethanolu dichromanem draselným v prostředí kyseliny sírové a využívá toho, že na tomto principu dříve spočívala dechová zkouška řidičů na alkohol. Úkolem žáků je zjistit princip této zkoušky. Žáci během zjišťování odpovědi získávají postupně informace o struktuře i o vlastnostech alkoholů. Dílčí úlohy jsou koncipovány tak, aby žáci sami přišli na podstatu jevů, pozorují průběh jednotlivých reakcí, s kterými se vlastně běžně setkávají. Na základě zkušeností mohou pak vše snadněji propojit a vysvětlit. Další zpracované úlohy jsou pak věnovány například karbonylovým sloučeninám, halogenderivátům uhlovodíků či porovnání reaktivity alkanů a alkenů.

Podrobnější popis práce žáků si uvedeme na úloze *Duha z rajčatové šťávy* (Straka, 1997). Struktura úlohy se řídí podle pětietapového učebního cyklu 5Z (Čtrnáctová, Mokrejšová, 2013). Je určena pro úvod učiva organické chemie na vyšším gymnáziu a tematicky by měla být zařazena po výuce alkanů. V první fázi tzv. zapojení je potřeba vzbudit zájem, zvědavost žáků a vést je ke zkoumání dané problematiky. Učitel motivuje žáky předvedením zajímavého pokusu. Před zraky žáků smíchá bromovou vodu s rajčatovou šťávou a vykouzlí tak z těchto dvou ingrediencí neobyčejně duhově zbarvený roztok.

Při fázi zkoumání si žáci aktivně začnou shromažďovat informace o daném problému. Díky plnění úkolů nalézají odpovědi na položené otázky. V rámci této konkrétní úlohy tedy doplňují informace o alkanech, které již znají, ale také o alkenech, s nimiž se mají seznámit. Na základě předchozích znalostí, které mají o alkanech, jsou schopni si informace odvodit a doplnit tak řešení daných úloh. Během zjišťování odpovědí jim pak vyvstávají další otázky a nápady, které je posouvají v řešení úlohy. Jejich dalším úkolem je vytvořit modely od každé skupiny uhlovodíků, například modely ethanu a ethenu, propanu a propenu. Díky tomuto kroku mohou lépe porovnat stavbu alkanů a alkenů. Dále si vyhledají molekulu lykopenu, sloučeniny přítomné v rajčatové šťávě, sestaví její model a zjistí, že patří mezi alkeny. Odvodí tedy její vlastnosti a zřejmě také to, že by měla podléhat adicím. Na základě všech získaných informací se pak pokusí stanovit hypotézu, co se dělo v motivačním experimentu. Naplánují si postup, kterým svou hypotézu mohou potvrdit, popřípadě zamítnout. Sami si vyhledají potřebné chemikálie a pomůcky, které ke zkoumání

potřebují. Žáci by měli přijít na to, že je třeba nechat zreagovat zástupce alkanů i alkenů s bromovou vodou. Pokud na to sami nepřijdou, učitel by je měl navést, aby v reakci použili například v laboratořích dostupný hexan a cyklohexen. Průběh pokusu pozorně sledují, měří a zaznamenávají data.

Ve fázi zpracování pak žáci zhodnotí své výsledky, vyjádří je formou náčrtku, grafů apod. Neměli by se bát přehodnotit své původní domněnky na základě nově získaných zkušeností. Předposlední etapou je zobecnění. Spolu s učitelem žáci shrnou informace, které se dozvěděli o nové skupině uhlovodíků. Svými slovy vyjadřují, jak porozuměli pojmům, se kterými se v procesu bádání setkali.

Na konec následuje zhodnocení práce celého týmu, a to jejich kladných i záporných stránek. Díky tomu se mohou při příštím bádání některých chyb vyvarovat a postupovat efektivněji.

Ověřování výukových materiálů

Ověřování zpracovaných výukových materiálů bude založeno na kvalitativním přístupu. Kvalitativní výzkum uvádí zjištění ve slovní podobě. Jde o popis, který je výstižný a podrobný. Více než čísel si zastánci kvalitativního výzkumu cení významu sblížení se se zkoumanými osobami, proniknutí do situací, ve kterých vystupují, neboť jen tak jim zcela porozumí. Podle zásad kvalitativního výzkumu je každý člověk nebo skupina lidí výjimečná, a tedy hlavním cílem je porozumět člověku, chápat jeho vlastní hlediska (Gavora, 2010). Práce kvalitativního výzkumníka je přirovnávána k činnosti detektiva. Výzkumník vyhledává a analyzuje jakékoliv informace, které mu pomohou osvětlit jím položené výzkumné otázky.

S kvalitativním výzkumem spojujeme několik přístupů, které mají v této oblasti pevné místo. Z nich byla vybrána pro náš výzkum případová studie, která se zaměřuje na podrobný popis a rozbor jednoho či několika málo případů. Díky důkladnému prozkoumání jednoho případu můžeme díky případové studii lépe porozumět i jiným podobným situacím. Na konci studie se zkoumaný případ vřazuje do širších souvislostí. Výzkum pomocí případové studie se skládá z několika kroků, jež jsou ve vzájemné interakci. Na počátku je potřeba si stanovit výzkumné otázky a metody sběru a analýzy dat. Po důkladné přípravě pak může následovat samotný sběr dat, interpretace dat a příprava výsledné zprávy (Hendl, 2005).

Po stanovení výzkumných otázek bude sběr dat realizován pomocí přímého zúčastněného dlouhodobého pozorování výuky chemie ve vybrané třídě čtyřletého

gymnázia. Pozorovateľ zde nefunguje pouze jako pasivní registrátor dat, který stojí mimo předmětovou oblasť, nýbrž sám se zúčastňuje dění v sociální situaci, ve které se předmět výzkumu projevuje. Stojí v osobním vztahu s pozorovanými, sbírá data, zatímco se zúčastňuje dané výuky. To vede k těsnějšímu přiblížení se k předmětu a k možnosti odhalit vnitřní perspektivy účastníků. Mnoho otázek se ozřejmí pouze tímto přístupem (Hendl, 2005). Přímé pozorování bude zahrnovat přímou účast na dění, analýzu dokumentů (posun žáků v zápisech protokolů) a interview s účastníky situací. Pozorování bude zaměřeno tak, aby byly zodpovězeny tyto otázky:

- Které osoby se účastní dění?
- Kde vyučování probíhá, mají žáci dostatečné materiální zázemí?
- Mají žáci adekvátní podmínky pro realizaci experimentu?
- Jaké předměty a okolí tvoří kontext scény?
- Zaujalo žáky řešení zkoumaného problému?
- Pracují ve skupině všichni žáci, zorganizovali si postup práce?
- Splnili žáci všechny zadané úkoly?
- Bylo časové rozvržení adekvátní zadané práci?
- Je zřetelný pokrok v badatelských dovednostech?

Pozorování bude doplněno polostrukturovaným rozhovorem s žáky, se kterými budou úlohy realizovány, a bude sloužit k doplnění informací, například náhled na nový typ vyučování očima žáka. Polostrukturovaný rozhovor bude rovněž proveden s 3-5 vybranými učiteli chemie, kteří budou také realizovat implementaci uvedených úloh badatelsky orientovaného vyučování do své výuky.

Na dalších školách budou následně provedeny rozhovory s učiteli a vybranými žáky, kteří si badatelsky orientované vyučování vyzkoušeli v praxi, ale tito učitelé nebudou ve své třídě provádět sběr dat pomocí pozorování, neboť by se výsledky vzhledem k rozdílným vyučujícím nedaly srovnávat.

Uvedeme zde příklady několika otázek, které budou součástí tohoto rozhovoru (viz tabulka 1).

Potřebné výukové materiály jsou postupně připravovány a předpokládáme, že samotný výzkum implementace IBSE do výuky organické chemie na gymnáziu bude zahájen v nejbližším období. Probíhají poslední přípravy podmínek na realizaci úloh a sběr dat ve školních podmínkách. Učitelé ostatních škol již byli rovněž osloveni a je s nimi domluvena realizace daných úloh v jejich výuce chemie. Výzkum začne pravděpodobně probíhat od ledna roku 2015.

Tab. 1 **Příklady otázek rozhovorů s učiteli chemie**

Iniciální otevřené otázky na BOV	Slyšel(a) jste již dříve o badatelsky orientovaném vyučování?
	Kdy jste se poprvé setkal(a) s badatelsky orientovaným vyučováním?
	Jaké jsou vaše názory na implementaci BOV do výuky chemie?
Otázky související s realizací úloh ve výuce	Jak žáci reagovali na nový způsob výuky?
	Zapojili se během vyučovací hodiny aktivně všichni žáci?
	Bylo provedení BOV ve vašich podmínkách reálné?
	Vyskytly se nějaké komplikace v průběhu vyučování?
	Zařadil(a) byste znovu BOV do vašich hodin chemie?

Závěr

V článku bylo popsáno badatelsky orientovaného vyučování jako jedna z možností, jak zaujmout žáky pro přírodovědné předměty a rozvíjet jejich chemické vědomosti, dovednosti a schopnosti. Byly charakterizovány připravované badatelsky orientované úlohy z organické chemie i metody sběru dat plánovaného kvalitativního výzkumu. Jeho hlavním cílem bude zjištění účinnosti tohoto způsobu vyučování v reálných školních podmínkách. Nejen kvůli klesajícímu zájmu o přírodovědné předměty by bylo žádoucí, aby se badatelsky orientované vyučování v budoucnu implementovalo do výuky chemie na základních i středních školách ve větší míře a výrazněji tak přispělo ke zvýšení zájmu a porozumění přírodovědnému vzdělávání.

Literatura

- CZESANÁ, V., MATOUŠKOVÁ, Z., HAVLÍČKOVÁ, V., ŠÍMOVÁ, Z., KOFROŇOVÁ, O., LAPÁČEK, M., BRÁŇKA, J. & ŽÁČKOVÁ, H. *Ročenka konkurenceschopnosti České republiky 2007 – 2008. Analýza. Část – kvalita lidských zdrojů*. Praha: Národní observatoř zaměstnání a vzdělání NVF, Centrum výzkumu konkurenceschopnosti české ekonomiky, 2009.
- ČTRNÁCTOVÁ, H.; MOKREJŠOVÁ, O. *Tvorba studijních materiálů pro střední školy*. Praha: CONATEX-DIDACTIC Učební pomůcky, s.r.o., 2013.
- GAVORA, P. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido, 2010.
- HELD, L. *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania*. Bratislava: SAV, 2011.
- HENDL, J. *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Praha: Portál, 2005.
- MAŇÁK, J. *Slovník pedagogické metodologie*. Brno: Paido, 2005.
- NEZVALOVÁ, D. a kol. *Inovace v přírodovědném vzdělávání*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010.
- PAPÁČEK, M. *Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa?* In: SCIED, roč. 1, no.1, 2010, pp.33-49.
- Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: VÚP Praha, 2007.
- STRAKA, M., *Kouzelnické pokusy z chemie*. Žďár nad Sázavou: Informační a metodické centrum, 1997.
- STUCHLÍKOVÁ, I. *O badatelsky orientovaném vyučování*. In: Papáček M. (ed.): *Didaktika biologie v České Republice 2010 a badatelsky orientované vyučování*. 2010. pp. 129-135.

Implementace badatelsky orientovaného přístupu v chemickém vzdělávání

Mgr. Veronika Zámečnicková

prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.

Katedra učitelství a didaktiky chemie

Přírodovědecká fakulta

Univerzita Karlova v Praze

Albertov 3, 128 43 Praha 2

Česká republika

veronika.zamecnikova@omska.cz

hana.ctrnactova@natur.cuni.cz

Abstract

The paper gives a brief description of inquiry based science education (IBSE) and refers to it as to a possible way how to deal with some problems in science education in elementary and secondary schools. It describes individual steps in the implementation of tasks that fulfill aspects of IBSE. Some selected tasks of the general and inorganic chemistry curriculum are also presented in the paper and their implementation is described. The paper deals with the tasks of the dissertation and the intended methods of the research related to implementing the IBSE activities in chemistry teaching.

Úvod

„Většina učitelů se domnívá, že učit znamená cosi žákům vykládat a že naučit se znamená zapamatovat si to.“ (Petty, 1996)

Pettyho závěry korespondují s výsledky výzkumů realizovaných na českých školách. Ty ukazují, že žáci poměrně dobře znají obsah učiva, dokáží velmi často zopakovat informace získané během výuky. Zároveň jim ale často chybí schopnost tyto znalosti zobecnit a aplikovat je v praxi. To naznačuje, že léta používaný styl výuky nenabízí žákům tolik inspirace k samostatnému myšlení a hledání odpovědi místo prosté reprodukce znalostí. Často tak nejsou schopni převést tyto teoretické znalosti do praxe při formulaci vědeckých otázek, využívat vědecké postupy či důkazy. Stejně tak se v nemalém procentu případů setkáváme s tím, že žáci mají problém aplikovat získané poznatky na reálné situace (PISA, 2006).

Také aktuální odborná diskuse potvrzuje, že tento problém není úplně novým. Při analýze odborných studií, při rešerších článků, ale i příspěvků na odborných konferencích lze často zaznamenat stanovisko: „Probereme a pojmenujeme stávající nedostatky ve vzdělávání v přírodovědných předmětech a zkusíme najít cestu, jak to dělat lépe.“ (Čtrnáctová, 1997; Dušek, 2000) Jsme tak svědky paradoxní situace. Na jednu stranu nás výsledky vzdělávání přesvědčují, že přírodovědné vzdělávání je na tom hůře a hůře, chemie je žáky i veřejností vnímána negativně a do prvního ročníků univerzitního vzdělávání v přírodovědných oborech se hlásí stále méně studentů (MŠMT, 2008). Na straně druhé se mnoho pedagogických pracovníků, pedagogů i studentů

učitelství snaží najít způsob, jakým by se výuka mohla realizovat lépe, efektivněji, zábavněji.

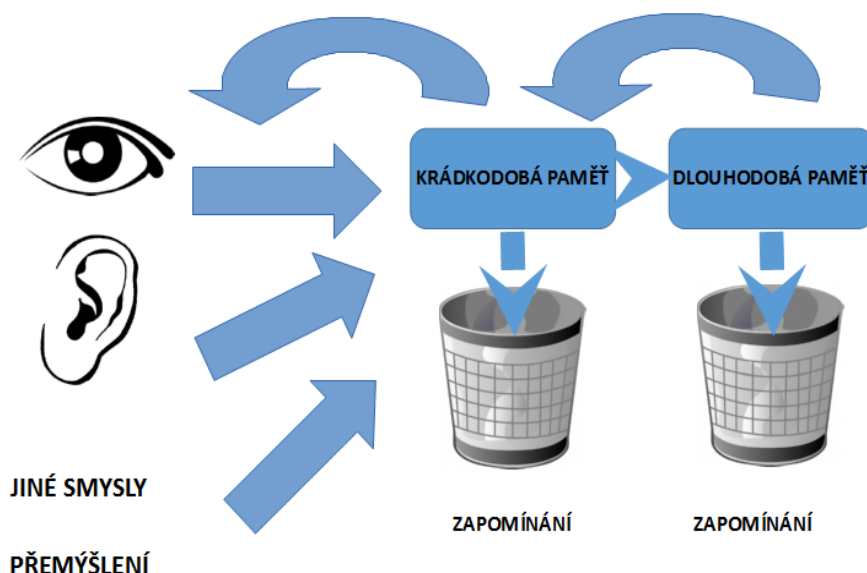
Jelikož snaha přetrvává již řadu let, je otázkou, jak je úspěšná. Když odhlédneme od faktu, že vše nové je pro žáky zároveň velmi pravděpodobně zábavné a motivující, měli bychom hledat způsob, jak využít a předat to základní, co chemie nabízí, tedy schopnost logicky uvažovat, využívat pozorování a experimentování k odvození obecně platných principů a schopnost propojit takto získané znalosti a dovednosti s fakty a skutečnostmi, se kterými se žáci setkávají i mimo školní lavice.

Většina žáků se s chemií setká naposledy na střední škole, je proto otázkou, zda pro pozdější život budou vhodnější poznatky, z kterých většina se v dlouhodobé paměti neudrží, nebo schopnost vytvářet a formulovat hypotézy, využívat výzkumné metody, získávat data a formulovat závěry. Pokud se rozhodneme pro druhou alternativu, jeví se jako vhodné část výuky realizovat pomocí IBSE – Inquiry Based Science Education (Rocard et al., 2007).

Přístup IBSE nám dává velkou šanci skutečně vzbudit v žácích zájem o chemii jako předmět, protože jim odhalí praktické využití postupů, které se v předmětu naučí, s tím, jak reálný svět kolem nich funguje. Nebude to tak pro ně nudné memorování poznatků, které se jim zdají zbytečné, ale naopak osvojování v běžném životě využitelných znalostí a zkušeností.

Náš článek prezentuje IBSE jako celkový přístup k učivu chemie a popisuje hlavní aspekty tohoto přístupu k vyučování. Pozornost je zaměřena nejprve na oblast obecné i anorganické chemie a témata vhodná pro realizaci pomocí IBSE. K vybraným tématům jsou navrženy úlohy, které jsou předkládány ve zkrácené podobě. Důraz je přitom kladen především na motivační část úlohy a krátký popis postupu při jejich řešení. Tyto úlohy nám zároveň poslouží jako základ empirického výzkumu zaměřeného na užití badatelsky orientovaného přístupu v chemickém vzdělávání a na jeho vliv na postoj žáků k přírodovědným předmětům. V neposlední řadě jsou diskutovány výzkumné otázky, celkový design výzkumu a jsou popsány metody sběru dat a jejich vyhodnocování.

Obr. 1 **Učení a paměť** (upraveno dle Petty, 1996)



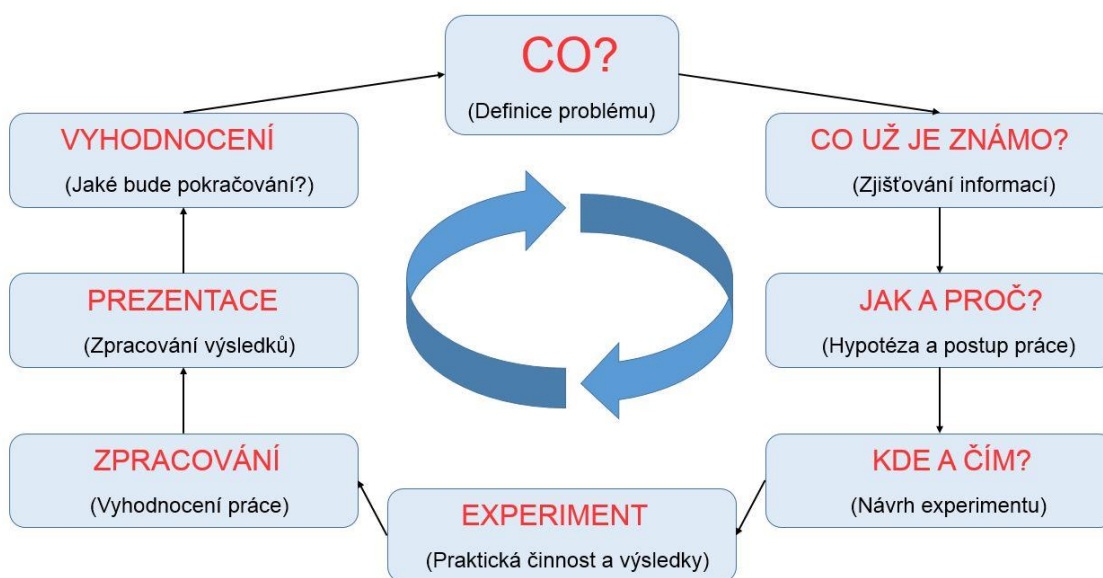
IBSE

Podstatou badatelsky orientovaného vyučování je vést žáky k samostatnému zkoumání a umožnit jim osvojit si znalosti, vědomosti a dovednosti prostřednictvím řešení problému. Při tomto výukovém postupu se uplatňuje řada aktivizujících metod a jsou podporovány například takové dovednosti žáků jako samostatné stanovení výzkumných otázek nebo vědeckých hypotéz. Hledání odpovědí na otázky či při potvrzování hypotézy se žáci učí mimo jiné vyhledávat informace v odborném textu, dále je zpracovat, propojit do smysluplného kontextu a konečně i diskutovat o výsledcích a formulovat závěry. Cvičí se tak v týmové spolupráci, pracují s různými materiály i nástroji a osvojují si metodiku vě-

decké práce jako je například sběr a porovnávání dat, práce s kontrolním vzorkem a podobně. Tím se učení stává skutečně aktivním procesem vyžadujícím mnohem více než jen fyzickou přítomnost žáka ve škole (Papáček, 2010).

Prvním krokem během učení, založeném na bádání, je aktivizace žáků, podnícení jejich zvědavosti a tím zájmu o daný vědecký problém. Následně je nutné žáky nasměrovat k definování problému a formulaci hypotéz, k navržení a realizaci experimentu a ověření hypotéz. Nakonec pak musí konfrontovat výsledky s realitou, provést komparaci získaných výsledků s očekávanými a samozřejmě zpracovat závěry, které by měli být schopni propojit s jinými vědeckými poznatky. Zjednodušené schéma tohoto způsobu práce ukazuje Obr. 2.

Obr. 2 **Schéma práce při badatelsky orientované výuce** (upraveno dle Čtrnáctová, Mokrejšová 2013)



Abychom mohli využít přínosy IBSE v plné míře, jsou u žáků zapotřebí některé praktické dovednosti. Proto je vhodné začít s úlohami na nižších úrovních badatelské činnosti, jak je rozlišují Banchi a Bell (2008). Základní úrovní podle tohoto rozlišení je potvrzující bádání. Jeho náplní je řízené objevování vedoucí k potvrzení či vyvrácení předpokladu či hypotézy a také rozvíjení pozorovatelských nebo experimentálních dovedností žáků. Příkladem může být jednoduchá úloha „Filtrace suspenze křídly a vody“, jež je realizována s podrobným návodem a nákresem aparatury.

Další úroveň, tedy strukturované bádání, již předpokládá určitou sumu znalostí. Zároveň vyžaduje aktivní vstup učitele do výuky v podobě návodných otázek či poskytnutí zdrojů a literatury. Vraťme se k příkladu s filtrací. V této úrovni je žákům předložena směs a postup experimentu je relativně podrobně stanoven, ale řešení není předem známo. Závěry jsou založeny výhradně na práci žáků.

Při nasměrovaném bádání pak již učitel pomáhá žákům pouze při formulaci hypotéz. Od žáků se očekává, že samostatně navrhnu experimentální postupy pro ověření svých domněnek. V modelové úloze „Filtrace suspenze křídly a vody“ by žáci dostali suspenzi a jejich úkolem by bylo složky oddělit. Tato úroveň tedy již u žáků předpokládá zkušenosti z předchozích dvou, aby byli schopni samostatně pracovat.

Čtvrtou a nejvyšší úrovní je otevřené bádání, které klade na žáky nároky v podobě sestavení výzkumných otázek, stanovení postupu bádání, vyhodnocování dat apod. Při řešení problematiky odpadních vod jsou žáci nuceni překlenout obtíž s vyčištěním jedné složky – suspenze. Je na nich, jaký způsob, postup a materiál zvolí. Je jasné vidět, že badatelsky orientované vzdělávání vyžaduje dlouhodobější přístup a postupné přenášání hlavního dílu aktivitu z učitele na žáky.

Implementace badatelsky orientovaného přístupu ve výuce obecné a anorganické chemie

Chceme-li zkoumat vliv užití IBSE na postoj žáků k chemii a obecně přírodovědným předmětům, musíme

mít k dispozici dostatečné množství materiálů, pomocí kterých by mohl být badatelsky orientovaný přístup implementován do hodin chemie. Z učiva obecné a anorganické chemie byla nejprve vybrána témata, ke kterým byly zpracovány konkrétní úlohy splňující parametry IBSE.

Příklady témat a vytvořených úloh ukazuje Tabulka 1. Jelikož předpokládáme, že následný výzkum, využívající především kvalitativních metod, bude dlouhodobý, mohou být témata zařazována do výuky průběžně během celého školního roku.

Tab. 1 **Přehled témat a názvy úloh z obecné a anorganické chemie**

Téma učiva chemie	Název úlohy
Hustota látek	Plovoucí vajíčko
Směsi a jejich dělení	Zachraňte Popelku!
Kyslík a jeho sloučeniny	Příprava kyslíku
Oxid uhličitý a jeho vlastnosti	Neviditelné hašení
Uhličitán vápenatý a jeho reakce s kyselinou	Hanbaté vajíčko
Aktivní uhlí a jeho vlastnosti	Podvodní sopka

V první úloze „Plovoucí vajíčko“ žáci vkládají vajíčko do dvou, na první pohled od sebe se nelišících roztoků. V jednom se vajíčko potopí (voda), v druhém plave (nasyčený roztok kuchyňské soli). V pracovním listě pak řeší několik úloh, které by je měly přivést k základní hypotéze a to, že klíčem k řešení je hustota roztoků. Poté navrhnou experiment, kterým by prokázali, že je jejich domněnka správná. Úlohu lze zatraktivnit použitím potravinářského barviva (viz Obr. 3 (ZŠ Letohrad, 2014)).

„Pomozte Popelce!“ je úloha zabývající se metodami oddělování složek směsí. Žáci mají před sebou směs kuchyňské soli a pepře a jejich úkolem je obě složky oddělit. Výhodou této úlohy je naprostá volnost žáků, kteří mohou navrhnout různé experimenty. Pokud se jim úkol napoprvé nepodaří, sami zhodnotí, jak příště postupovat lépe. Úlohu lze rozšířit o přidání oleje jako další složky směsi.

Obr. 3 **Plovoucí vajíčko**



Obr. 4 **Neviditelné hašení**



Obr. 5 **Podvodní sopka**



Příprava kyslíku má velmi zajímavou motivační část. Využije se katalytického rozkladu peroxidu vodíku, ale místo obvyklého oxidu manganičitého se jako katalyzátoru využije kataláza přítomná v krvi a v játrech. Játra se rozmixují s trochou vody a přidá se peroxid vodíku. Reakce probíhá velmi bouřlivě, tvoří se pěna z vysrážených bílkovin. Po odstranění pěny můžeme vznikající kyslík dokázat vznícením žhnoucí špejle. Žáci mají navrhnout, které látky podle nich vznikají a provést experiment k ověření své hypotézy. Žáci během experimentu odhalí význam enzymu katalázy jako katalyzátoru. Samovolný rozklad peroxidu vodíku je, jak víme, dlouhodobější proces a dostatečné koncentrace kyslíku, nutné pro vzplanutí žhnoucí špejle, by nebylo dosaženo. Žáci nakonec experiment sami zopakují za pomoci oxidu manganičitého, čímž si prakticky ověří, že jako katalyzátor lze použít různé látky, aniž by to ovlivnilo výsledné produkty.

Téma oxidu uhličitého uvedeme pokusem „Neviditelné hašení“, viz Obr. 4 (ZŠ Letohrad, 2014), kdy předem připravený oxid uhličitý vylijeme z kádinky na hořící svíčku. Žáci mají v následném experimentu navrhnout důkaz oxidu uhličitého a ověřit jeho vlastnosti. Mohou tak učinit pomocí hořící špejle, případně dvou různých vysokých svíček ve skleněné vaně.

„Hanbaté vajíčko“ je úloha spočívající na reaktivitě uhličitánů s kyselinami. Po naložení vajíčka do octa se pevná uhličitánová skořápka rozpustí a vajíčko zůstane chráněno pouze pružnými blanitými obaly. Během předlaboratorní přípravy se žáci seznámí se složkami vaječné skořápky i reakcemi uhličitánů. „Rozpuštění“ vaječné skořápky a případný důkaz vznikajícího plynu by měly být předmětem jejich experimentu.

„Podvodní sopka“ je motivační experiment spočívající v odlišné mísitelnosti studené a horké vody. Do kuželové baňky připravíme horkou vodu obarvenou potravinářským barvivem a tu pak na provázku ponoříme do větší nádoby se studenou vodou – Obr. 5 (ZŠ Letohrad, 2014). Úkolem pro žáky je získat čistou vodu filtrací směsi obarvené vody a aktivního uhlí.

Výzkum

Stěžejním bodem našeho výzkumu je posouzení vlivu badatelsky orientované výuky na postoj žáků k chemii. Dále sledujeme vliv IBSE na preferenci přírodovědných předmětů žáky, zaznamenáváme reakci žáků na tento styl práce a v neposlední řadě si klademe za cíl posoudit, do jaké míry přispívá IBSE k rozvíjení badatelských dovedností žáků. Zajímavým vedlejším aspektem výzkumu se může ukázat také sledování toho, jak IBSE proměňuje práci samotného učitele a jak se mění nároky, které na něj tato výuka klade. Výzkum tak zároveň může pomoci odhalit limity využívání materiálů, splňujících aspekty IBSE, v reálné výuce.

Pro zodpovězení těchto otázek byla jako nejvhodnější design výzkumu vybrána případová studie, která by měla poskytnout informace o fungování IBSE v praxi a jeho vlivu na aktéry výuky. Jako reprezentativní případ byla pro účely výzkumu zvolena třída pražského gymnázia, jehož ŠVP umožňuje zařazení úloh splňujících principy IBSE, a zároveň dlouhodobé výzkumné sledování. Ve vybrané třídě je vhodné rozložení dívek i chlapců a odpovídající hodinová dotace výuky chemie. Jako kontrolní vzorek bude použita třída stejného ročníku téže školy.

Při výzkumu bude pro sběr dat využíváno zúčastněné pozorování odehrávající se během hodin, kdy budou využívány úlohy vytvořené v souladu s principy IBSE. To zahrnuje sledování metodiky práce žáků, jejich schopnosti práce ve skupině, zvládání jednotlivých úrovní badatelské práce a podobně. Výzkumný aparát poskytuje publikace *Diagnostické nástroje na podporu výzkumně ladenej koncepcie v prírodovednom vzdelávaní* (Bergman, 2013). Tato publikace obsahuje ucelený hodnotící materiál, který podporuje efektivní implementaci výzkumně orientovaného přístupu výuky v přírodovědných předmětech. Bergman připravil mimo jiné hodnotící archy, které sledují úlohu učitele, aktivity žáků i jejich záznamy, a zároveň umožňují posoudit, do jaké míry odpovídá průběh hodin požadavkům IBSE.

Během výzkumu budou mimo jiné shromažďovány i materiály v podobě žákovského i učitelského portfolia. Tato portfolia budou obsahovat protokoly z laboratorních prací, dotazníky, myšlenkové mapy, autoevaluační dokumenty apod. Analýzou těchto dokumentů výzkum ověří znalosti i dovednosti žáků (sledování kvality zpracování protokolů, četnost a relevantnost zdrojů atd.), ale i jejich postoje k chemii a vnímání tohoto předmětu. Ukázku z autoevaluačního dotazníku pro žáky předkládá Obr. 6.

Při konstrukci tohoto dotazníku byla použita především ratingová metoda, tedy přiřazování určité kvantitativní hodnoty na škále k jinak neměřitelným jevům, protože předmětem výzkumu je řada jevů, které nelze přesně změřit (Pelikán, 2004). Jedná se například o snahu žáka ve výuce, subjektivní pocit z vyučovací hodiny a kvalitu spolupráce ve skupině. Využíváme zde především posuzovací škály numerické a grafické. Dále jsou využívány otázky otevřené i uzavřené, dichotomické i parametrické (Obr. 6 a 7).

Obr. 6 Ukázka z autoevaluačního dotazníku žáků – grafická posuzovací škála

Chemii ve škole (vyznač na čáře)

Mám nejraději ————— Nesnáším ji

Dnešní hodina byla (vyber jednu možnost)

Skvělá	Docela to šlo	Nenadchla, neurazila	Nic moc	Ztráta času
--------	---------------	-------------------------	---------	-------------

Co už celkem dobře umím (zakroužkuj pravdivou variantu)

Srozumitelně vysvětlit, co dělám a proč	ANO	NE
Předpovědět, jaký asi bude výsledek pokusu	ANO	NE
Zdůvodnit svou předpověď	ANO	NE

Závěr

Jakkoli jsou přírodní vědy důležitou oblastí v životě a vzdělávání člověka, během jejich výuky ve školách narážíme na celou řadu problémů. Ačkoli by tyto předměty měly být žákům ze své povahy blízké, často se setkáváme s nezájmem či dokonce odporem a strachem. Z odborné diskuse jednoznačně plyne, že příčina se může skrývat mimo jiné v převažujícím přístupu k výuce ze strany učitelů. Žáci jsou často při hodinách chemie pouze pasivními účastníky. Jsou obeznámeni s pojmy a fakty, učivo se podle poznámek dovedou naučit, ale ve velké většině případů nechápou principy a souvislosti osvojovaného učiva.

Jako jedno z možných řešení této situace se jeví odklonění od tradičního pojetí výuky implementací badatelsky orientovaného přístupu do výuky chemie. IBSE nabízí možnost pojetí hodin chemie, ale i dalších přírodních věd, zcela proměnit a učinit žáky aktivními účastníky vzdělávacího procesu. To jim umožní nejen získat potřebné chemické dovednosti, ale i prohloubit kompetence k učení a k řešení problémů, aby byli schopni propojit ve škole získané zkušenosti a poznatky s reálným životem. Chceme-li v očích žáků zatraktivnit přírodní vědy a zároveň překonat problémy při získávání uspokojivé úrovně klíčových kompetencí, mělo by být zpracování chemických úloh pomocí IBSE tím správným krokem (Trnová, Trna, 2011).

Literatura

BANCHI, H.; BELL, R. The Many Levels of Inquiry. In: *Science and Children*. 46(2), 2008, pp. 26-29
 BERGMAN, G. *Diagnostické nástroje na podporu výskumne ladenej koncepcie v prírodovednom vzdelávaní*. Trnava: Typi Universitatis Trnavensis, 2013. ISBN 978-80-8082-792-2
 ČTRNÁCTOVÁ, H.; MOKREJŠOVÁ, O. *Tvorba studijních materiálů pro střední školy*. Praha: Conatex-Didactic Učební pomůcky, s.r.o., 2013. ISBN 978-80-87936-02-3

ČTRNÁCTOVÁ, H.; BANÝR, J. Historie a současnost výuky chemie u nás. In: *Chemické listy*. Ročník 91, číslo 2, 1997. pp. 59-65.

DUŠEK, B. Pokusy ve výuce chemie samozřejmě ano, ale jak? In: *Chemické listy*. Ročník 94, číslo 4, 2000. pp. 870-871.

MŠMT. Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory. Výzkumná zpráva [online]: 2008. [cit. 2014-12-10] Dostupné na internetu

http://vzdelavani.unas.cz/duvody_nezajmu_obory.pdf

HELD, L.; ŽOLDOŠOVÁ, K.; OROLÍNOVÁ, M.; JURICOVÁ, I.; KOŤULÁKOVÁ, K.: *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (IBSE v slovenskom kontexte)*. Trnava: Pedagogická fakulta Trnavské Univerzity; 2011.

ISBN-978-80-8082-486-0

PALEČKOVÁ, J. A KOL. *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006*. Praha: ÚIV, 2007.

PAPÁČEK, M. Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Z, Y a alfa? In: *Scienca in educatione*. Číslo 1, 2010. pp. 33-49.

PISA 2006. *Science Competencies for Tomorrow's World*. ISBN 9789264040007

PELIKÁN, J. *Základy empirického výzkumu pedagogických jevů*. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-7184-569-8

PETTY, G. *Moderní vyučování*. Praha: Portál, 1996. ISBN 80-7178-978-X

ROCARD, M. et al. *Science Education Now. A Renewed Pedagogy for the Future of Europa*. Brusel: European Commission, 2007.

ŠVARÍČEK, R.; ŠEĐOVÁ, K. a kol. *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-313-0

TRNOVÁ, E.; TRNA, J. Přírodovědně nadaní žáci a IBSE (Science Gifted Students and IBSE). In: Janda, M., Štáva, J.. *Nadaní žáci ve škole*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita Brno, 2011. p. 127-138, 12 pp. ISBN 978-80-210-5760-9
 ZŠ LETOHRAD: *Pokusy z chemie*. [online]: 2015. [cit. 2014-12-10] Dostupné na internetu

<http://www.zsletohrad.cz/eu/chemie/>

„Zelená chémia“ vo vyučovaní organickkej chémie na strednej škole

Mgr. Jana Cibulková

doc. RNDr. Beáta Brestenská, PhD.

Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie
a pedagogiky

Prírodovedecká fakulta

Komenského univerzita v Bratislave

Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

Slovenská republika

cibulkova@fns.uniba.sk

brestenska@fns.uniba.sk

Abstract

Tendencies of today's society, which is changing its attitude towards the environment are similar to a principles and an effort to „Green chemistry“. Therefore, it is important to prepare competent people in schools who will have a knowledge and practical skills with new trends in industrial production. The implementation of „Green chemistry“ as interdisciplinary theme in the secondary school's curriculum is one of this steps.

Úvod

Pokrok, ktorý zaznamenala spoločnosť od konca 19. storočia až po súčasnosť, hlavne v oblasti priemyselnej výroby – chemický priemysel, priniesol so sebou mnohé problémy. Tieto problémy sa budú prejavovať aj naďalej vzhľadom na rýchlo sa rozvíjajúcu spoločnosť. Preto je dôležité zamyslieť sa nad prevenciou, ochranou a bezpečnosťou, ktoré by mohli utlmiť, resp. zabrániť možným problémom.

Práve eliminácia toxických látok, bezpečnosť chemických procesov, prevencia vzniku odpadu a i. sú princípmi zelenej chémie, ktorých simultánnou aplikáciou do praxe s rozvojom priemyslu na jeho počiatkoch by mohlo napríklad v roku 1984 zamedziť smrti 2750 ľudí a intoxikácii 50000 obyvateľov v okolí indického mesta Bhópál, čo sa považuje za najzávažnejšiu chemickú haváriu 20. storočia (Oravec, 2011).

Zelená chémia

História Zelenej chémie

Publikácia „Tichá jar“, spisovateľky Rachel Carson, z roku 1962 reagovala na používanie umelých hnojív v poľnohospodárstve. Po jej vydaní sa naďalej venovala problematike prevencie environmentálnych problémov a bola jedným z podnetov pre vznik environmentálneho hnutia v neskoršom období (Lear, 2000).

Pojem „Zelená chémia“ sa začína objavovať v deväťdesiatych rokoch, kedy je uznaná ako vedecký smer. V roku 1970 vznikla **Agentúra pre ochranu životného prostredia** (Environmental Protection Agency – EPA), ktorej funkciou bolo spájať vedecké, priemyselné a

vládne organizácie za účelom tvorby nových technológií s využitím stratégií zelenej chémie (Kuchyňková, Šibor, 2002). V roku 1990 bol vydaný prvý **Zákon o prevencii znečisťovania** (Pollution Prevention Act) v Spojených štátoch amerických, vďaka ktorému nastal posun od kontroly znečisťovania k jeho prevencii.

Pre Európu je významný rok 1998, keď vzniklo **Centrum Zelenej chémie** na Univerzite v Yorku pod finančnou záštitou Kráľovskej chemickej spoločnosti (Royal Society of Chemistry). Jeho úlohou je propagovať zelenú chémiu vo viacerých sférach – priemysel, škola, spoločnosť prostredníctvom konferencií, prednášok, internetových stránok, rôznych aktivít pre zamestnancov priemyslu, učiteľov, študentov (American Chemical Society, 2014).

Od roku 2001 **Ústav Zelenej chémie** (Green Chemistry Institute – GCI) spolupracuje s Americkou chemickou spoločnosťou (American Chemical Society) a pokračuje vo výskume a vzdelávaní po celom svete – USA, Veľká Británia, Taliansko, Nemecko, Španielsko, Japonsko, Austrália a ďalšie krajiny (Clark, Macquarrie, 2002).

Pojem Zelená chémia

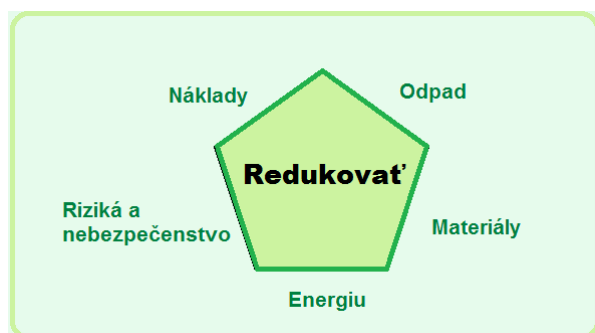
Pod pojmom „Zelená chémia“ sa skrýva snaha o synchronizáciu nárokov zo strany priemyselnej výroby a životného prostredia ako reakcie na aktuálne problémy znečisťovania a využívania životného prostredia ľudskou populáciou.

Otec zelenej chémie, **Paul Anastas**, ju definoval ako proces používania princípov, ktoré sa sústreďujú na redukciu, elimináciu použitia, či tvorbu nebezpečných látok v návrhu, vo výrobe a v aplikácii chemických produktov (Clark, Macquarrie, 2002). Čiže o zelenej chémii všeobecne môžeme hovoriť ako o redukujúcom procese, čo prezentuje Obr.1.

Vedci, ktorí sa zaoberajú zelenou chémiou sa riadia určitými pravidlami, ktoré vytvorili v roku 1998 Paul Anastas a John C. Warner. Ide o súbor 12 princípov vychádzajúcich z nasledovných bodov (Clark, Macquarrie, 2002):

- **maximálne množstvá reaktantov** sú konvertované na užitočné produkty,
- **produkcia odpadu je minimalizovaná** na základe štruktúry reakcie,
- **menej riskantné suroviny a produkty** sú použité a vytvorené vždy, keď je to možné,
- procesy sú tak navrhnuté, aby boli **neodmysliteľne bezpečné**,
- väčší ohľad sa berie na to, aby boli použité **obnoviteľné suroviny**,
- procesy sú tak navrhnuté, aby boli čo **najviac účinné**.

Obr. 1 **Zelená chémia ako redukujúci proces**



12 princípov zelenej chémie

1. **Prevencia odpadu** - najdôležitejší princíp, ktorý sa venuje prevencii tvorby odpadu pred jeho odstránením a čistením. Na meranie množstva odpadu sa používa E-faktor určený zo závislosti hmotnosti vyprodukovaného odpadu ku hmotnosti požadovaného produktu.
2. **Atómová ekonómia** – princíp odvíjajúci sa od atómového zloženia reaktantov. Potreba maximalizovať hmotnosť atómov reaktantov, ktoré sa zároveň nachádzajú v produktoch chemickej reakcie tak, aby hmotnosť odpadu bola, čo najnižšia.
3. **Menej riskantné chemické syntézy** – použitie a produkcia látok so žiadnou alebo s minimálnou toxicitou pre životné prostredie a živé organizmy v ňom. Napriek úsiliu tento princíp nie je úplne dodržiavaný, keďže niektoré látky sú ťažko nahraditeľné, no je to zároveň výzva pre vedeckých pracovníkov.
4. **Navrhovanie bezpečnejších chemikálií** – bezpečnosť chemikálií môžeme hodnotiť z pohľadu chémie, ale aj biológie – toxikológia, či environmentalistiky. V tomto princípe dochádza k prieniku vedomostí z uvedených odborov, čo sa využíva na redukciiu použitia toxických látok s ohľadom na nemennosť ich funkcie v chemickej reakcii a ich zvyšujúcej sa efektívnosti.

5. **Bezpečnejšie rozpúšťadlá a pomocné látky**, ktoré sú neoddeliteľnou súčasťou chemických reakcií. Mnohokrát sú toxické, výbušné, zdraviu škodlivé, na ich použitie je spotrebované veľké množstvo energie a nie sú recyklovateľné.
6. **Efektívne využitie energie** – reakčný systém sa môže realizovať za nízkeho tlaku, za vysokých teplôt, ochladzuje sa atď., a to si vyžaduje energiu. Zoberme si príklad z fotosyntézy, ktorá prebieha za normálneho tlaku, teploty a presuňme „ušetrenú“ energiu do iných oblastí, kde sa viac uplatní.
7. **Používanie obnoviteľných zdrojov surovín** – biomasy (biodiesel, bioetanol, plasty) namiesto uhlíka vo forme fosílnych palív, ktorých zásoby sa znižujú. Využiť ju ako zdroj energie a transformovať ju na potrebné chemické látky bez toxických účinkov pri syntézach.
8. **Obmedzenie použitia derivátov** ako blokujúcich skupín, skupín na ochranu a zmenu chemického procesu až ich úplne odstránenie, aby nedochádzalo k vzniku odpadu a použitiu ďalších činidiel. Riešením tohto problému je používanie enzýmov (pre ich špecifickosť), čo sa zaviedlo napríklad pri syntéze penicilínu zelenou cestou.
9. **Presadzovanie katalytických procesov** so zámerom redukciiu odpadu pri chemických syntézach.
10. **Navrhovanie degradácie chemických produktov** tak, aby po skončení ich funkcie sa rozložili na jednoduchšie, neškodné látky bez rezistentného charakteru pre životné prostredie, a to prostredníctvom vlastností, ktoré môžu byť zapísané v chemických produktoch, napr. biodegradovateľnosť, hydrolýza, fotolýza.
11. **Kompletná analýza** chemických procesov sústreďa sa na ich kontrolu a monitorovanie za účelom predchádzania produkcie nebezpečných látok.
12. **Bezpečnosť chemických procesov** alebo Princíp bezpečnosti, ktorý by mal byť základom a integrálnou zložkou ostatných princípov. Lebo zdravie a život ľudí sú dôležité a mali by byť chránené pred nehodami, explóziami, požiarimi atď. (American Chemical Society, 2014).

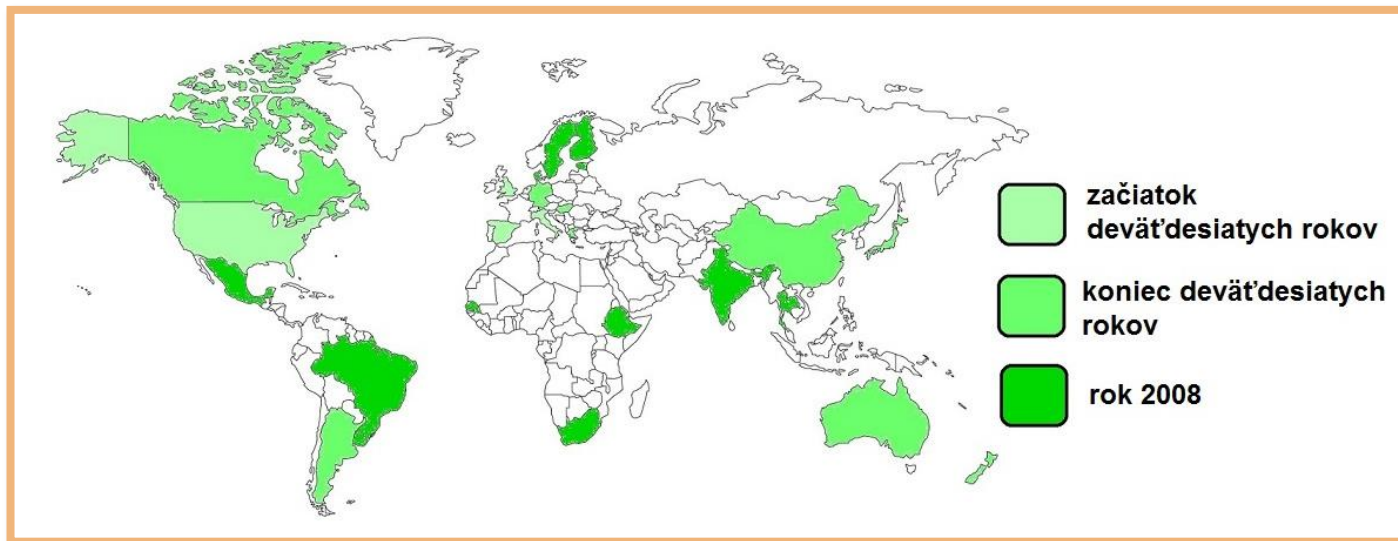
Zelená chémia vo vzdelávaní

Zelená chémia je aktuálnou, zaujímavou a interdisciplinárnu témou v spoločnosti, ktorá by mala nájsť svoje miesto práve v školách, na vyučovacích hodinách chémie, biológie, či fyziky. Študenti majú možnosť byť účastníkmi na formovaní trvalo udržateľnej budúcnosti a aktívne si rozvíjať kritické myslenie, kreativitu, vyjadrovať názory a naučiť sa niesť za ne zodpovednosť.

Jedným z poslání zelenej chémie je zamerať sa na **vzdelávanie a výchovu obyvateľov**, rovnako ako aj na prípravu **novej generácie vedcov**, ktorí budú pokračovať v jej snahe a cieľoch (pozri Clark, Macquarrie, 2002; Anastas et al., 2009; Eilks, Rauch, 2012).

Od deväťdesiatych rokov môžeme hovoriť o narastajúcom prieniku zelenej chémie do povedomia spoločnosti prebiehajúcim paralelne s pomerne rýchlym rozvojom vzdelávacích programov zameraných na danú tému po celom svete, čo prezentuje Obr. 2 (Anastas et al., 2009).

Obr. 2 Rozvoj vo výskume a vzdelávaní zelenej chémie od roku 1990



Tradičné chemické vzdelávanie sa sústreďuje na výučbu teórie, definícií, odbornej terminológie a zameriava sa na technické prevedenie chémie do školských podmienok. Chemici sa snažia použiť všetky dostupné prostriedky (výbušné, toxické, karcinogénne látky) s vedomím malého rizika na realizáciu chemických procesov a získanie požadovaného produktu.

Vzdelávanie v oblasti zelenej chémie má **vplyv na chápanie vedeckých pracovníkov** počas ich rozhodovania sa o dizajne chemických procesov a experimentov, a to prostredníctvom vytvorených kurikul na základe jej 12 princípov (Anastas et al., 2009).

V prvej etape integrácia environmentálneho kurikula na území viacerých štátov sa realizovala vo forme nezávislých modulov na rôznorodú problematiku (hlavne environmentalistika, ekológia, organická chémia, analytická chémia), ktoré boli aplikované na vyučovacích hodinách s použitím rôznych vzdelávacích koncepcií, vyučovacích metód, foriem a prostriedkov.

Socio-kritický a problémovo-orientovaný prístup učenia je podľa Burmeistera a Eilksa (2012) prijateľný spôsob na sprístupňovanie environmentálne orientovaného kurikula, ktorý podporuje interakciu medzi spoločnosťou a chémiou v školách (využitie školskej chémie v živote), zvyšuje motiváciu študentov i učiteľov a formuje ich postoj zodpovednosti za vlastné rozhodnutia.

Obsah zelenej chémie nemá byť len samostatnou kapitolou, ktorú by sme mohli chápať ako špeciálnu, priere-

zovú tému v rámci štátneho, či školského vzdelávacieho programu a ktorú je možné zaradiť vo vhodnom časovom intervale do učebných osnov. Mnoho osvietencov z radov výskumníkov a učiteľov sa snaží o to, aby zelená chémia bola **integrálnou súčasťou vzdelávacieho obsahu**.

Jedným z týchto osvietencov je John Warner, ktorý je zakladateľom projektu **Beyond Benign**. Jeho cieľom je dať priestor a prostriedky vedcom zelenej chémie a udržateľnej vedy za účelom „osvietenia“ verejnosti. Venuje sa:

- tvorbe **zeleného kurikula** pre druhý stupeň základných škôl a pre stredné školy na témy:
 - zelená chémia,
 - zelená matematika, strojárstvo a technológie,
 - biotechnológie.
- realizáciou **kurzov pre učiteľov**,
- prospešným **činnostiam pre spoločnosť** a komunikácii s verejnosťou,
- **podpore pracovných príležitostí** (Beyond Benign, 2014).

Beyond Benign poskytuje učiteľom vhodné nástroje (pozri

<http://www.beyondbenign.org/K12education/highschool.html>), aby sa zelená chémia plynule včlenila do tradičného spôsobu výučby na základných a stredných školách s ohľadom na štátny vzdelávací program. Hlavné

kapitoly kurikula zelenej chémie pre druhý stupeň základných škôl:

- Chémia so svedomím.
- Veda o šampóne.

Hlavné kapitoly kurikula zelenej chémie pre stredné školy:

- Čo je zelená chémia?
- Zelená chémia v priemysle.
- Zelená chémia na laboratórnych cvičeniach (Beyond Benign, 2014).

Andraos a Dicks (2012) uvádzajú výhody a nevýhody zavedenia zelenej chémie ako: a) novej a samostatnej témy alebo b) jej implementácie do už existujúceho kurikula (viď Tab.1).

Efektívne vyučovacie stratégie a metódy

Andraos (2012) považuje použitie **prípadových štúdií** (prepojenie teórie s praxou) za esenciálne hľadisko efektívneho učenia zelenej chémie. Zdroje prípadových štúdií, ktoré učiteľ môže použiť na vyučovaní sú žurnály ako *Organic Research and Development*, *ChemSusChem*, *Green Chemistry*, *Chemical & Engineering News* alebo rôzne internetové stránky ako *Greener Education Materials for Chemists* (Univerzita v Oregone), *Green Chemistry Education Network* (Univerzita v Oregone),

Green Chemistry Resource Exchange (Americká chemická spoločnosť), *The Ecoscale* (Belgicko) a i.

Zmysluplný spôsob ako vyučovať a učiť sa zelenú chémiu je **v laboratóriu**. Prvé experimenty (navrhnuté na organickú chémiu) využívajúce stratégie zelenej chémie boli uskutočnené na Univerzite v Oregone v polovici deväťdesiatych rokov. Motiváciou pre ich realizáciu bolo redukovať pokusy využívajúce digestory, toxických rozpúšťadiel a reaktantov (Anastas et al., 2009; Andraos, 2012).

Témy zelenej chémie a udržateľného rozvoja dávajú priestor pre vyjadrenie vlastného názoru a myšlienok študentov, keďže sú zodpovední sami za seba a zároveň pociťujú zodpovednosť za iných v sociálnych skupinách, ktorých sú členmi (rodina, trieda, škola, mesto). Preto vhodnou cestou vyučovania je **práca v skupinách** alebo **kooperatívne vyučovanie**, či **projektové vyučovanie**, ktoré rozvíja u študentov zmysel pre tímovú prácu a zodpovednosť, schopnosť spolupracovať, komunikačné schopnosti a iné dôležité hodnoty v spoločnosti. Príkladom vyučovacej metódy, ktorá spája individuálnu, skupinovú a frontálnu prácu na vyučovacích hodinách je **metóda jig-saw**, ktorú vo svojom výskume aplikovali aj Burmeister a Eilks (2012) s použitím spotrebiteľských testov na danú problematiku.

Tab. 1 **Výhody a nevýhody spôsobu zaradenia zelenej chémie do vyučovania**

	a)	b)
Výhody	Nálepka novej „ponuky“ na trhu vzdelávania	Interdisciplinárny charakter (prepojenie aj s nevedeckými oblasťami ako etika, právo, ekonomika)
	Dôkladné štúdium a detailné poznanie témy	Viacero rôznych pohľadov na obsah, využitie výkladu a laboratórnych cvičení zároveň
		Možnosť využiť skupinovú výskumnú stratégiu
Nevýhody	Časovo náročný na prípravu, na priestor (ak je napríklad uvedený ako voliteľný predmet) a výdavky	Menej časovo náročný na prípravu vzhľadom na jeho implementáciu priamo do vyučovacích hodín a na výdavky

Záver

S prívlastkom „zelený/á/é“ alebo „green“ sa momentálne môžeme stretnúť všade okolo nás, v práci, doma, na ulici, napríklad: zelené technológie (Green technologies), zelená stavba (Green building), zelený bicykel (Green bike), zelená energia (Green energy) atď. Prinášajú so sebou kreatívne, inovatívne stratégie ohľaduplné k životnému prostrediu.

Zelená chémia sa postupne stáva súčasťou priemyselnej výroby na Slovensku, taktiež je zastúpená aj na niektorých vysokých školách a stredných odborných školách. No naďalej je len malá skupina ľudí z nás, ktorá si je vedomá existenciou zelenej chémie a pozná jej

filozofiu a princípy. Preto sme sa rozhodli uviesť základné informácie o zelenej chémii prostredníctvom tohto príspevku, a tak rozšíriť oblasť poznania učiteľom chémie, ako aj učiteľom ďalších prírodovedných predmetov.

Tak ako sa modernizuje priemysel, spoločnosť a názory ľudí, je potrebné pokračovať v modernizácii obsahu vzdelávania. Životné prostredie, politika, priemyselná výroba, spoločnosť tvorená užívateľmi a samozrejme vzdelávacie inštitúcie sú prepojené nádoby. Jednou z ciest je zapracovanie zelenej chémie do učebných osnov, čím sa podporí, napríklad aktuálnosť a kvalita

chemického vzdelávania; možnosť venovať sa zelenej chémii v ďalšom štúdiu, v profesii; rozvoj pocitu zodpovednosti novej generácie mladých ľudí za vlastné rozhodnutia vo vzťahu k životnému prostrediu a využívaniu chémie vo vlastnom živote; vzdelávanie a interakcia učiteľov rôznych vyučovacích predmetov na školách, prepojenie s využitím inovatívnych vyučovacích stratégií a metód na vyučovaní. Dajme „zelenú“ Zelenej chémii na našich školách.

Literatúra

- AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. *History of Green Chemistry*. 2014 [cit. 17.11.2014] Dostupné na internete: <<http://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/what-is-green-chemistry/history-of-green-chemistry.html>>
- AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. *12 principles of Green Chemistry*. 2014 [cit. 17.11.2014] Dostupné na internete: <<http://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/what-is-green-chemistry/principles/12-principles-of-green-chemistry.html>>
- AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. *History of Green Chemistry*. 2014 [cit. 16.11.2014] Dostupné na internete: <<http://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/what-is-green-chemistry/history-of-green-chemistry.html>>
- ANASTAS, P. et al. *Green Chemistry Education: Changing the*

- Course of Chemistry*. Washington, DC: American Chemical Society. 2009. ISBN 0-8412-7447-9.
- ANDRAOS, J. Designing a Green Organic Chemistry Lecture Course, in DICKS, A.P. *Green Organic Chemistry in Lecture and Laboratory*. 2012. ISBN 978-1-4398-4076-4.
- ANDRAOS, J.; DICKS, A.P. Green chemistry teaching in higher education: a review of effective practices. In: *Chemistry Education Research and Practice*. číslo 13, rok 2012, pp. 69-79.
- BEYOND BENIGN. *Beyond Benign Green Chemistry Education*. 2014. [cit. 1.12.2014] Dostupné na internete: <<http://www.beyondbenign.org/index.html>>
- CLARK, J.; MACQUARRIE, D. *Handbook of Green Chemistry & Technology*. Oxford: Blackwell Publishing, 2002. ISBN 0-632-05715-7.
- KUCHYŇKOVÁ, K; ŠIBOR, J. *Zelená chemie*. 2002 [cit. 17.11.2014] Dostupné na internete: <<http://svp.muni.cz/ukazat.php?docId=308>>
- LEAR, L. *Biography of Rachel Carson*. 2000 [cit. 17.11.2014] Dostupné na internete: <<http://www.rachelcarson.org/Biography.aspx#.VGoMWcnF-ZQ>>
- ORAVEC, M. *Manažérstvo priemyselných havárií*. Nová Lesná, 2011. [cit. 17.11.2014] Dostupné na internete: <https://www.sjf.tuke.sk/kbap/Docs/Manazerstvo_prie_myselnych_havarii.pdf> ISBN 978-80-553-0727-5.

HĽADANIE ZÁMEROV DIZERTAČNÝCH PRÁC

CHÉMIA

Výuka chemie na strední zdravotnícké škole

Ing. Zuzana Vargová

Přirodovědecká fakulta
Karlova univerzita v Praze
Albertov 6, 128 43 Praha
Česká Republika
zuzana.vargova@zdrav-ova.cz

doc. RNDr. Marie Solárová, PhD.

Přirodovědecká fakulta
Ostravská univerzita v Ostravě
Bráfova č. 7, 701 03 Ostrava
Česká Republika
Marie.Solarova@osu.cz

Abstract

Medical secondary schools are a part of a stable educational system, from a long-term point of view. Considering the number of chemistry lessons, they are schools of non-chemical specialization. The number of specialized subjects including chemistry in their annotations speaks the opposite. As a follow-up to a specialized practise connected to people as clients, didactical methods suitable for other schools of non-chemical specialization cannot be used when teaching chemistry on the above mentioned schools. This thesis shows studies, which were performed on the specialized secondary schools of non-chemical specialization, indicates the possibilities of further researchs focused on medical schools and is the base for the disertation thesis dealing with this issue.

Úvod

Článek je zaměřen na úvod do problematiky dizertační práce, která se zabývá hodnocením aplikačních znalostí a dovedností chemie u žáků středních zdravotnických škol.

Zdravotnické školy z pohledu výuky chemie nepatří ani mezi SOŠ chemického zaměření ani mezi SOŠ nechemického zaměření. Lze říci, že výuka na tomto typu školy se nachází na rozhraní mezi oběma výše zmiňovanými typy škol. Záleží na konkrétním oboru, jakým způsobem mají ve své zdravotnické praxi informace

z výuky chemie použity. To, že se jedná o vědu pro zdravotnickou praxi důležitou, dokazuje i fakt, že na vyšších a vysokých zdravotnických školách se chemie vyučuje, v některých oborech (například Diplomovaný nutriční terapeut, Diplomovaný zdravotnický laborant) ve všech ročnících.

Praktické zkušenosti z působení na Střední zdravotnické škole a Vyšší odborné škole zdravotnické v Ostravě jsou použity jako základ pro disertační práci s názvem „Analýza aplikačních znalostí a dovedností učiva chemie na středních zdravotnických školách“. Cílem práce je prozkoumat, do jaké míry a hloubky jsou studenti SZŠ schopni v závislosti na délce studia chemie použít získané znalosti v praxi.

Změny v učebních dokumentech ve zdravotnickém školství

Střední zdravotnické školství prošlo v uplynulých deseti letech výraznou proměnou. V roce 2004 došlo k transformaci oboru všeobecná sestra na zdravotnického asistenta, v následujících letech se postupně přetransformovaly i další obory vyučované na zdravotnických školách – zubní technik byl změněn na asistenta zubního technika, dietní sestra na nutričního asistenta a zdravotní laborant na laboratorního asistenta. Změna se netýkala jen názvu, ale nastala hlavně změna kompetencí a pracovní náplně středního zdravotnického pracovníka. S touto změnou úzce souvisela také změna v tematických časových plánech.

Další významná změna nastala v souvislosti se zavedením Rámcově vzdělávacích programů. (RVP). RVP pro obory zdravotnického školství jsou rozděleny na část odbornou a všeobecnou. Všeobecná část je více méně stejná pro všechny obory na SZŠ, s výjimkou zdravotnického lycea. Odborná část je již specifická pro konkrétní obor a zahrnuje specializaci a získání odbornosti a způsobilosti. Všeobecná část se dělí na jednotlivé oblasti, které se pak dále dělí na konkrétní vyučovací předměty. Jedná se např. o oblast Jazykové vzdělávání a komunikace, Společenskovední vzdělávání, Přírodovědné vzdělávání, Matematické vzdělávání atd. Na základě RVP vznikaly Školní vzdělávací programy (ŠVP), které bylo nutné pro daný obor do dvou let vytvořit. ŠVP je dokument specifický pro jednotlivé školy zohledňující zaměření školy, její spolupráci se sociálními partnery a další konkrétní parametry školy.

ŠVP pro střední zdravotnické školy nebylo zavedeno pro všechny obory najednou, ale řídilo se harmonogramem vydaným v roce 2006 MŠMT¹. Jednotlivé obory SZŠ přecházely na výuku podle ŠVP postupně od 1. 9. 2009. Poslední obory přešly na ŠVP k 1. 9. 2011.

Úpravy ve ŠVP následovaly po zavedení státní maturitní zkoušky. Došlo k posílení hodinových dotací u předmětů, které jsou povinnou součástí maturitní zkoušky. Toto navýšení se dělo na úkor nematuritních předmětů, kterým byla snížena hodinová dotace.

Problematika vzdělávání chemie na středních odborných školách

Práce zaměřené na výuku přírodních věd, resp. chemie se v posledních letech zaměřovaly spíše na vzdělávání na gymnáziích či na vzdělání na základních školách. Samostatnou oblastí zaměřenou na střední odborné školství a výuku chemie na těchto školách se ve svých pracích hojně zabývá Rusek. V článku *Postoj žáků k předmětu chemie na středních odborných školách*² z roku 2011 si za svůj hlavní cíl stanovil zjistit postoje žáků středních odborných škol k chemii jako vědě a školnímu předmětu. Průzkum byl proveden na začátku školního roku 2010 na dvou pražských SOŠ nechemického zaměření u 195 žáků. V této práci byly položeny následující otázky:

Co je podle Vás chemie a čím se zabývá?

Co Vás na chemii na ZŠ nejvíce zaujalo?

K čemu je chemie běžnému člověku užitečná?

Oznámujte chemii známkou 1–5?

Tyto otázky byly sestaveny na základě motivace zahraničními výzkumy například PISA, ROSE, TIMSS a další. Sběr dat probíhal formou dotazníku s otevřenými odpověďmi.

Z výsledků rozpracovaných pro jednotlivé otázky vyplynulo, že polovina žáků má alespoň rámcovou představu o náplni předmětu, bohužel 40 % žáků vůbec netuší, co si pod pojmem chemie představit. V otázce týkající se zájmu o chemii vyplynulo, že nejzajímavější jsou pro žáky pokusy a laboratorní práce. Praktické využití chemie si uvědomuje 43 % dotazovaných. Při známkování chemie byla udělena průměrná známka 3,16.

Předpokládané výsledky šetření výzkumného problému se potvrdily. Postoje žáků SOŠ k předmětu chemie jsou spíše negativní.

Na tuto práci navazuje autor výše zmíněného článku dalším výzkumem na téma „*Vliv výuky na postoje žáků SOŠ k chemii*“³ z roku 2013. Výzkum byl zaměřen na zodpovězení otázky „*Jak se mění postoje žáků SOŠ nechemického zaměření k chemii po ukončení středoškolské výuky chemie?*“ I zde si autor pokládá stejné otázky, jako v minulém výzkumu. Formou dotazníku jsou zjišťovány odpovědi na otevřené otázky. V tomto

výzkumu je patrné určité zlepšení. Alespoň rámcovou představu o tom, co to je chemie a čím se zabývá má více žáků než na začátku roku. I v tomto průzkumu se jako zajímavé ve výuce chemie jeví zařazení laboratorních prací do výuky. Zde se již také vyskytují odpovědi zmiňující jako zajímavé použití praktických poznatků z chemie v životě, což bylo vidět i v odpovědích na třetí otázku. Oblíbenost chemie byla i v tomto případě ohodnocena známkou 3, což v porovnání s výsledkem z minulé studie není statisticky významný rozdíl.

Celkově tyto výsledky ukazují na spíše negativní postoj žáků k přírodovědnému vzdělávání, resp. k chemii. Podobně hovoří i mezinárodní výzkumy např. PISA⁴

Výuka chemie na středních zdravotnických školách

Na střední zdravotnické škole spadá výuka chemie do přírodovědného vzdělávání, které je součástí všeobecných znalostí. V jednotlivých oborech s výjimkou zdravotnického lycea je týdenní hodinová dotace na celou přírodovědnou oblast stanovena na 4 hodiny, celkem tedy na 128 hodin. Zdravotnické lyceum má hodinovou dotaci 24 hodin týdně, celkem tedy 768 hodin. Hodinová dotace u tohoto oboru je pochopitelná, vzhledem k tomu, že obor připravuje žáky na studium vysokých škol přírodovědného zaměření. Pro gymnázia platí jiný RVP a dle něj je na kapitulu člověk a příroda a člověk a společnost do které chemie spadá vyhrazeno celkem 36 hodin.

Tab. 1 **Hodinové dotace zdravotnických oborů na SZŠ a VOŠZ Ostrava**

OBOR	RVP / přírodovědná oblast		SZŠ a VOŠZ Ostrava		laboratorní práce 1. roč. / 2. roč.
	týdně	celé studium	CHE/týdně 1. roč. / 2. roč.	CHE/celkem 1. roč. / 2. roč.	
laboratorní asistent	4	128	3/3	102/102	17/17
zdravotnický asistent	4	128	2/2	68/68	5/5
nutriční asistent	4	128	2/2	68/68	5/5
asistent zubního technika	4	128	2/2	68/68	5/5

Ve srovnání s RVP zdravotnických oborů je patrné navýšení hodin. Při studiu ŠVP jiných zdravotnických škol bylo z veřejně dostupných informací zjištěno, že počet hodin věnovaných chemii je víceméně stejný.

Zaměření dizertační práce

Výukou chemie na zdravotnických školách se dosud nezabývala žádná dostupná studie. Hodinovou dotací chemie se jedná o oblast s velkým výzkumným potenciálem. Zdravotnické školy patří mezi stabilní součást středního školství v České republice a zavedením RVP se posílila výuka chemie na těchto školách. Nabízí možnosti pro zmapování podmínek výuky, používaných učebnic, aprobovanosti učitelů. Další oblast výzkumu je možné zaměřit na chemické znalosti žáků a jejich schopnost je aplikovat do praxe.

Disertační práce bude zaměřena na analýzu odpovědí na následující otázky.

1. Liší se ŠVP pro vybrané obory vyučované na zdravotnických školách? Předpoklad je, že by neměly být mezi jednotlivými obory významnější rozdíly vzhledem k tomu, že hodinové dotace jsou u jednotlivých oborů napříč Českou republikou podobné.
2. Které učebnice a jakým způsobem se ve výuce

chemie používají, a jaké je jejich využití v rámci domácí přípravy?

3. Jaké metody výuky chemie se na zdravotnických školách používají? Jsou zařazeny do výuky chemie laboratorní práce? Pokud ano, v jakém rozsahu?
4. Jsou materiály používané pro výuku chemie dostatečně provázané s praxí? Jsou žáci schopni aplikovat získané znalosti do své zdravotnické praxe?
5. Jak doplnit stávající učebnice, příp. další výukové materiály, aby žákům byla jasná a zřejmá aplikace do zdravotnictví?

Cíle práce budou realizovány prostřednictvím následujících kroků:

1. Studium RVP pro SZŠ a následně ŠVP vybraných SZŠ
2. Analýza frekventovaných učebnic na tomto typu škol
3. Ověření znalostí a dovedností žáků formou teoretických výkonových testů a jejich odborné praxe
4. Návrh řešení na zlepšení stávajícího stavu (tvorba pracovních listů, využití motivačních prvků apod.)

Poznámka: Metodikou použitou pro analýzu údajů budou převážně dotazníky, rozhovor a testy vědomostí a znalostí. Součástí práce bude také pilotní ověření pracovních listů v praxi.

Cílem práce je zjistit, do jaké míry jsou schopni žáci po absolvování výuky na SZŠ aplikovat své znalosti v praxi. Pro každý obor se však praxe ubírá jiným směrem, je tedy nutné respektovat zaměření každého oboru. Ve výuce je možné se setkat s tím, že žáci po absolvování základního kurzu chemie znalosti zapomínají a nepovažují za nutné si je zapamatovat. Ve vyšších ročnících, v odborné chemii, jsou opakována témata, která byla probrána v chemii v nižším ročníku, ale žáci mají pocit, že dané informace slyší poprvé. V takovém případě je potřeba žákům učivo znovu připomenout, což může vést k časovému skluzu.

Jako příklad lze zmínit výuku Lipidů v potravinářské chemii ve čtvrtém ročníku studia u oboru Nutriční asistent. V základní definici lipidů je zmíněn pojem ester⁵ vyšších mastných kyselin a alkoholů. Žáci si nespojí pojem estery používaný ve druhém ročníku ve výuce chemie⁶ s pojmem, který slyší ve čtvrtém ročníku. V předmětu Klinická biochemie, vyučovaném u oboru Laboratorní asistent, je zařazena kapitola Sacharidy a jejich stanovení. Základní povědomí o sacharidech žáci získávají ve druhém ročníku v předmětu chemie⁷ a k prohloubení znalostí dochází ve třetím ročníku v předmětu biochemie⁷. I zde je patrná neprovázanost. Výstupem disertační práce budou pracovní listy, ve kterých žáci přímo uvidí konkrétní propojení chemie se svou odborností, případně propojení s běžným civilním životem.

Velmi důležitým faktorem získávání vědomostí, dovedností a návyků studovaného oboru jsou učebnice. V dnešní době je na trhu nepřeberné množství učebnic chemie. Volbu učebnice pro výuku chemie může provést učitel na základě svých zkušeností, případně může být doporučena učebnice na základě rozhodnutí celé sekce chemiků v dané škole. Existují učebnice, které jsou svým obsahem přímo zaměřené na chemii ve zdravotnictví. Lze zmínit třeba *Chemie pro zdravotnické školy I, II.díl*^{8,9}. Většina učebnic je zaměřena na učivo chemie obecně, a pokud mají nějaké bližší určení, tak se jedná o učebnice pro střední odborné školy, případně pro střední školy nechemického zaměření.

Součástí disertační práce bude zjištění, které učebnice chemie se na zdravotnických školách v České Republice používají ve výuce. Po vyhodnocení, které z nich patří mezi nejpoužívanější, bude provedeno jejich hodnocení podle dostupných informací. Uceleným výzkumem vhodných učebnic pro zdravotnické školství se v České republice nikdo nezabýval, takže východiskem pro hodnocení budou materiály Průchy (1998)¹⁰, Sýkory (1996)¹¹ a dalších.

Závěr

Zdravotnické školství a výuka na těchto školách patří mezi oblasti s velkým výzkumným potenciálem. I když chemie nepatří k hlavním předmětům vyučovaným na středních zdravotnických školách, je chemie předmětem, která zdravotnické pracovníky provází celý život. V terciálním vzdělávání zdravotnických profesí je chemie obsažena nejen v odborných předmětech potravinářská chemie, biochemie, klinická biochemie ale i v praktických předmětech. Cílem by tedy mělo být probudit o chemii zájem už na střední škole a zdůrazňovat praktické využití chemie ve zdravotnictví. Plánovaná dizertační práce si klade za cíl, poukázat na toto praktické využití a být nápomocná nejen žákům a studentům, ale i učitelům v propojování teorie se zdravotnickou praxí.

Literatura

1. MŠMT: Školská reforma - harmonogram. *Ministerstvo školství ČR* [online]. 2006 [cit. 2014-10-22]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/skolskareforma/harmonogram>
2. RUSEK, Martin. Postoj žáků k předmětu chemie na středních odborných školách. *Scientia in educatione* [online]. 2011, č. 2 [cit. 2014-10-22]. ISSN 1804-7106. Dostupné z: <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/view/21>
3. RUSEK, Martin. Vliv výuky na postoj žáků SOŠ k chemii. *Scientia in educatione* [online]. 2013, č. 4 [cit. 2014-10-22]. ISSN 1804-7106. Dostupné z: <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/view/43>
4. PALEČKOVÁ, Jana. *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006: Poradí si žáci s přírodními vědami?*. Praha: ÚIV – divize Nakladatelství TAURIS, 2007. ISBN 978-80-211-0541-6.
5. ODSTRČIL, Jaroslav a Milada ODSTRČILOVÁ. *Chemie potravin*. Vyd. 1. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2006, 164 s. ISBN 80-701-3435-6.
6. SZŠ A VOŠZ OSTRAVA, p.o. *Školní vzdělávací program: Nutriční asistent*. Ostrava, 2011.
7. SZŠ A VOŠZ OSTRAVA, p.o. *Školní vzdělávací program: Laboratorní asistent*. Ostrava, 2011.
8. ODSTRČIL, Jaroslav. *Chemie pro zdravotnické školy I.díl*. Vyd. 1. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. ISBN 978-807-0133-163.
9. ODSTRČIL, Jaroslav. *Chemie pro zdravotnické školy II.díl*. Vyd. 1. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 2000, 161 s. ISBN 80-701-3317-1.
10. PRŮCHA, Jan. *Učebnice: teorie a analýzy edukačního média: příručka pro studenty, učitele, autory učebnic a výzkumné pracovníky*. Brno: Paido, 1998, 148 s. ISBN 80-859-3149-4
11. SÝKORA, Miloslav. *Učebnice: její úloha v práci učitele a ve studijní činnosti žáků a studentů*. Praha: EM-Effect Praha, 1996, 75 s. ISBN 80-900-5661-X.

Interdisciplinárne skúmanie štruktúry látok s podporou matematiky

Mgr. Matúš Ivan

RNDr. Renata Šulcová, PhD.

Přírodovědecká fakulta
Univerzita Karlova v Praze
Albertov 6, 128 43 Praha 2
Česká republika
ivanma@natur.cuni.cz
rena@natur.cuni.cz

Abstract

Inquiry based science education is an appropriate method to highlight interactions of various subjects both of science and humanities. Presented activities are focused on exploring the structure and properties of substances using knowledge both of science and mathematical theory of measure. The article presents several ideas how to use research activities for building and understanding of the chemical structure of molecules.

Úvod

Skúmanie štruktúry látok bádateľskou metódou využíva známy učebný cyklus – „5E learning cycle“ (podľa Bybee, 1989: engagement, exploration, explanation, elaboration, evaluation). Tento prístup k vyučovaniu je zároveň veľmi prínosný pre prepájanie poznatkov jednotlivých predmetov, a to ako prírodovedných, tak aj humanitných. Predstavuje postup založený na vlastnom skúmaní žiakov, pri ktorom sa uplatňuje rad aktivizujúcich metód. Jedná sa o proces stanovenia problému, vyhľadávanie informácií, stanovenie a overovanie hypotéz, plánovanie výskumu, vlastné experimentovanie, tvorby modelov, tvorby záverov, diskusie a ďalšie (Čtrnáctová a kol., 2013). V roku 2008 definovali H. Banchi a R. Bell podľa podielu vedenia zo strany učiteľa štyri úrovne IBSE: potvrdzujúcu, štruktúrovanú, nasmerovanú a otvorenú.

Výskumné aktivity navrhované v tomto príspevku by sa dali zaradiť do štruktúrovaného až nasmerovaného bádateľsky orientovaného vyučovania. Aktivity poukazujú na možnú cestu, ako prepojiť matematiku s prírodnými vedami, ktorých je určite nedeliteľnou súčasťou, aj keď v kurikulumných dokumentoch ŠVP na Slovensku (2011), rovnako ako RVP v ČR (2007) je matematika v inom oddiele ako chémia, fyzika či biológia – Človek a príroda. Matematický aparát je pritom prirodzene využívaný prírodnými vedami pre opis dejov a objektov v prírode.

Obsah a metodológia prírodovedného poznávania veľmi zreteľne odráža systémový charakter prírody a viacúrovňovosť jej organizácie, pretože prírodné objekty sú vo všeobecnosti systémy (preklad RVP G, 2007, s. 26). Skúmanie prírody preto bezpodmienečne vyžaduje

komplexný, teda multidisciplinárny a interdisciplinárny prístup a tým aj úzku spoluprácu jednotlivých prírodovedných odborov a matematiky a odstraňovanie zbytočných bariér medzi nimi (Šulcová, 2008). Prepojenie matematiky a prírodovedných predmetov je v dnešnej školskej praxi málo zvýraznené. Predkladaný námet ukazuje, ako sa matematická teória týkajúca sa miery geometrických objektov dá využiť v chémii.

Historický základ

Ľudia mali už od počiatkov logického myslenia potrebu kvantifikovať objekty vo svojom okolí meraním. V matematike bola zavedená teória miery so základným pojmom miera, ktorý z neformálneho hľadiska zovšeobecňuje empirické pojmy dĺžka, obsah, objem, veľkosť či počet (množstvo) (Lukeš, Malý, 2005). V histórii boli experimentálnymi meraniami spomínaných veličín zozbierané fakty, odhalené zákonitosti a dôkazy, ktoré boli najprv empiricky zdôvodnené a vyhodnotené, následne boli teoreticky zovšeobecnené na základe hypoteticko-deduktívneho myslenia („Integrované spôsobilosti vedeckej práce“ – Held, 2011). Výsledným produktom empiricko-teoretických výskumov bola spomínaná teória miery ako základňa pre vysvetlenie faktov a interpretáciu čiastkových empirických zákonitostí (Janík a kol., 2009).

V opísaných aktivitách sa žiaci budú venovať jednému z telies, s ktorým sa stretnú v matematike, chémii, ale aj iných vedných odboroch, a to guli. Budú hľadať cesty k presným výpočtom obsahov rovinných útvarov a objemov priestorových telies. Poznatky o týchto výpočtoch sú dielom starogréckych vedcov, ktorí rozvinuli teoretickú matematiku (Bečvář a kol., 2003). Práve o metódy výskumu starovekých vedcov sa pri žiackych výskumných aktivitách najviac opierame. Vedcami, ktorí najviac prispeli k rozvoju teórie o miere krivočiarych rovinných útvarov a rotačných telies, sú Eudoxos a Archimédés. Obaja títo vedci sa vo svojich prácach venovali tzv. exhaustívnej metóde, ktorá sa dá využiť práve pre spomínané výpočty mier (Bečvář, Štoll, 2005, Halas, 2012).

Ciele skúmania

Samostatné aktívne činnosti žiakov majú za cieľ podporiť interdisciplinárnu väzbu predmetov matematika a chémia. Vo výučbe sa dajú zaradiť do tretieho ročníka gymnázia, v uvedených predmetoch, pričom budú naplnené očakávané výstupy a učivo vymedzené RVP G (VÚP, 2007), dokumentu záväzného pre vzdelávanie v Českej republike, podobne ako ciele a obsah vymedzený ŠVP pre gymnáziá záväzného v Slovenskej republike, prílohy chémia, matematika ISCED 3A (ŠPÚ, 2011). Počas riešenia jednotlivých krokov si žiaci osvoja poznatky o vlastnostiach a miere sférických objektov, charakterizovaných množinami bodov v n -dimenzionálnom euklidovskom priestore: $\{X \in R^n, |X - S| \leq r\}$ kde X je bod tohto priestoru, S je stred sféry a r je polomer sféry. Zároveň si žiaci osvoja poznatky o aplikáciách odvodených vzorcov pre výpočet miery do chémie (hustota kryštalickej látky, rozmery molekuly apod.). Žiaci sami dospejú k odvodeniu vzorcov pre výpočet miery zadaných objektov aplikáciou metód výskumu starovekých matematikov, najmä Archiméda (podľa Halas, 2012). Pri odvodzovaní bude využitá Eudoxova exhaustívna metóda, ktorú využíval aj Archimédés pri svojom skúmaní miery telies a rovinných útvarov (Bečvář, Štoll, 2005). Žiaci sú postavení pred problém nájsť vzorec pre výpočet obsahu kruhu, objemu a povrchu gule. Vychádzajú zo svojich poznatkov o výpočtoch objemov a povrchov mnohostenov a obsahov rovinných n -uholníkov. Mieru spomínaných „hrnatých“ objektov vypočítať už vedia, ale čo s útvarmi ohraničenými hladkými krivkami (pre žiakov nerovnými čiarami) či telesami ohraničenými hladkými plochami? (Ivan, 2014).

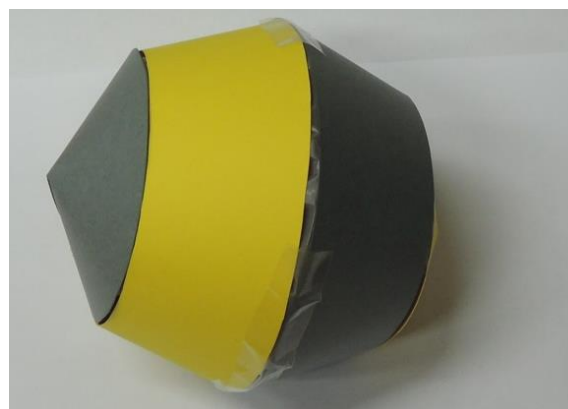
Výskumné aktivity žiakov

Výskumné či bádateľské aktivity žiakov je vhodné rozdeliť do viacerých častí a zaradiť ich do výučby v súčinnosti učiteľov chémie a matematiky. V úvode matematickej časti, ktorá sa týka exaktného odvodenia vzorcov a tvorby modelov, je využitá indukčná dimenzia bádateľského vyučovania. Druhá časť aktivít, chemicky orientovaných, je aplikačná, experimentálna a využíva indukčno-deduktívne myšlienkové operácie (Held, 2014). Jeden z bodov správy Európskej komisie o reformovaní prírodovedného vzdelávania (Rocard, 2007) hovorí o uplatňovaní IBSE, ktoré svojím indukčným prístupom vytvára priestor na vlastné skúmanie, vlastné pojmy, ale súčasne sa nevyklučuje s prístupom deduktívnym. Na uvedenom príklade skúmania štruktúry látok je ukázané spojenie deduktívneho postupu riešenia problému s indukčným prístupom, ktorý vytvára priestor pre vlastné skúmanie žiakov.

Žiaci budú pracovať v menších skupinách. Najprv pracujú s prepisom starovekých textov, ktoré sú upravené tak, aby boli zrozumiteľné pre stredoškolača, môžu odhaliť využitie exhaustívnej metódy pre výpočet obsahu kruhu, dĺžky kružnice, povrchu gule či objemu gule (Bečvář a kol., 2003). Využitím rôznych informačných zdrojov – knihy zaoberajúce sa históriou matematiky či všeobecne históriou starovekého Grécka (nafotené texty, ktoré budú obsahovať väčšie množstvo informácií), ale najmä internetové zdroje – žiaci zistia informácie o matematikoch, ktorí sa zaoberali teóriou miery a jej využitím pre sférické objekty. Učiteľ v tejto fáze slúži ako koordinátor a diskutuje so žiakmi získané informácie. Skúmaním starogréckej matematiky žiaci objavia nemalý prínos matematikov tohto obdobia k zadanej téme.

Následne by mali žiaci odhaliť využitie exhaustívnej metódy. Mali by sa pokúsiť o konkrétne odvodenie vzorcov využitím istej formy exhaustívnej metódy: vpišovanie a opisovanie n -uholníku kruhu, vpisovanie a opisovanie častí kužeľov guli či vpisovanie pravidelných mnohostenov guli. Žiaci by v závere mali vytvoriť modely týchto objektov: priestorové pre guľu = časti plášťov kužeľov či modely pravidelných mnohostenov a rovinné pre kruh = pravidelné n -uholníky (Obr. 1 – 2). Tvorba modelov je podmienená sprevádzajúcimi stereometrickými výpočtami, ktoré pri zjemňovaní odhadu spresňujú odvodený vzorec.

Obr. 1 – 2 **Tvorba modelu**, zdroj: autori, 2014.



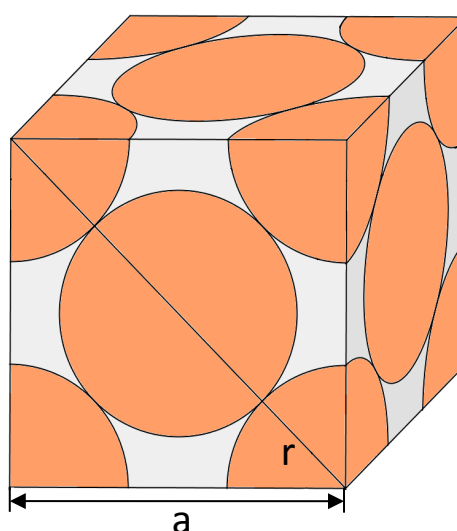
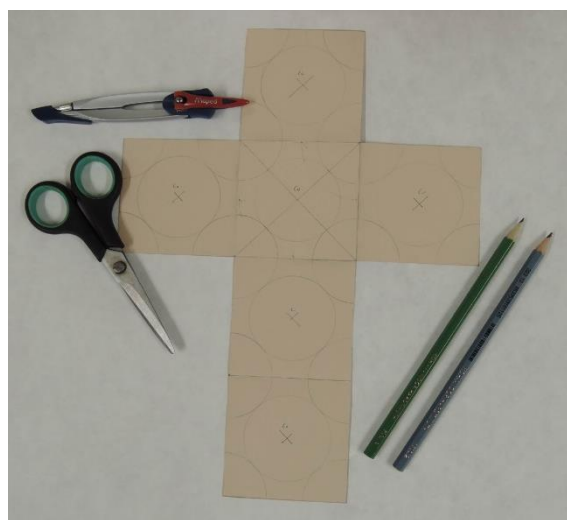
V tejto fáze žiackych bádání by učiteľ v role manažéra mal vhodným spôsobom nasmerovať ďalšiu pozornosť a s ňou spojenú aktivitu žiakov od teoretickej matematickej časti k bádaniu a využitiu získaných poznatkov a materiálov k aplikáciám pri skúmaní chemických štruktúr.

Jedným z príkladov prepojenia odvodených matematických formulácií a skúmania chemickej štruktúry je výpočet hustoty pevnej kryštalickej látky. Žiaci by mali skúmať štruktúru pomocou informačných zdrojov, nech už internetových či dodaných učiteľom. Svoje skúmanie by mali podporiť vytvorením papierových modelov nimi skúmaných štruktúr (pozri Obr. 3). Zo znalosti štruktúry kryštálu danej látky – kovu či soli – rozmerov kryštálovej

mriežky (pozri Obr. 4) a hmotnosti častíc obsiahnutých v kryštáli žiaci môžu určiť hustotu zadanej látky. Niekedy môže byť dobrá vizualizácia najlepším spôsobom, ako vysvetliť stavbu hmoty (Nodzyńska, 2012).

V jednoduchšej variante žiaci vypočítajú hustotu kovu (napr. meď – kubická plošne centrovaná kryštalicá sústava), v náročnejšej variante, v ktorej sú potrebné zložitejšie stereometrické predstavy, vypočítajú hustotu iónového kryštálu (napr. CaCO_3 , ktorý vo forme kalcitu kryštalizuje v trigonálnej – klencovej sústave, zatiaľ čo vo forme aragonitu kryštalizuje v rombickej sústave). Ako sprievodný materiál budú slúžiť tabuľky kryštálových štruktúr pevných látok s názornými náčrtmi (ukážka jednej zo sústav – Tab. 1).

Obr. 3 – 4 **Príprava modelu plošne centrovannej kryštalickej mriežky, zobrazenie plošne centrovannej kryštálovej mriežky** (a – dĺžka hrany kryštalickej jednotky, r – atómový polomer kovu). Vytvorené v programe Geogebra, GIMP, zdroj: autori, 2014.



Tab. 1 **Kryštálové sústavy a Bravaisove mriežky – rombicá sústava.**

Zdroj: http://en.wikipedia.org/wiki/Bravais_lattice, preklad: autori.

Kryštálová sústava	Bravaisova mriežka			
rombicá	primitívna	bázicky centrovaná	priestorovo centrovaná	plošne centrovaná

Vypočítané hodnoty hustoty telies sa dajú experimentálne overiť (prepojenie s fyzikou, aplikácia Archimédovho zákona či využitie dĺžkových meradiel a následný výpočet). Žiaci môžu vypočítať hustotu zadanej pevnej kryštalickej látky ako pomer hmotnosti homogénneho telesa tvoreného danou látkou a jeho objemu. Objem

žiaci môžu zistiť experimentálnym meraním rozmerov spomínaného telesa a následným výpočtom alebo priamo meraním objemu kvapaliny vytlačenej daným telesom. Ďalším zo spôsobov by mohlo napríklad byť meranie vztlakovej sily silomerom a následný výpočet hustoty tohto telesa.

Na záver by žiaci mali diskutovať o možných odchýlkach teoretického výpočtu a nameraných hodnôt a zároveň ich porovnať s hodnotami uvádzanými bežne v tabuľkách.

Vývoj chemických teórií stavby mikrosvetu v posledných sto rokoch postupuje veľmi rýchlo, preto sa dnes môžeme stretnúť s mnohými rôznymi modelmi. Výsledkom je situácia, kedy sú použité viaceré druhy modelov, pričom je potrebné si uvedomiť, že žiadny z nich nie je ideálny ani definitívny (Nodzyńska, 2012).

Tab. 2.

Tab. 2 **Časové rozvrhnutie a opis činností žiakov a učiteľa počas bádateľských aktivít**, zdroj: autori.

Čas	Výskumné aktivity	Činnosť žiakov	Činnosť učiteľa	Pomôcky
15 min	Hľadanie a formulácia problému	diskutujú o konkrétnom zameraní v tematike	predkladá žiakom tematiku, moderuje diskusiu	stereometrické modely štruktúr, modely kryštálov ako motivácia
1 VH	Matematické bádanie	preštudujú informačné zdroje, vytvoria postup pre odvodenie vzorca, a pre vytvorenie modelu	sformuje skupiny žiakov, podnieti ich výskum bližšou špecifikáciou témy pre jednotlivé skupiny	kópie prekladov starovekých matematických textov, literatúra so starovekou tematikou, internet, PC
1-2 VH	Praktická matematická tvorba	odvodí vzorce, vytvoria papierové modely	poskytne žiakom pomôcky, kontroluje ich prácu a diskutuje s nimi matematické závery	farebné papiere, rysovacie potreby, nožnice, lepiaca páska, lepidlo, PC – technika
1-2 VH	Chemické bádanie	využijú získané matematické výsledky pre riešenie aplikačného problému v chémii, vytvárajú modely štruktúr	navedie žiakov k aplikačným úlohám, koordinuje ich prácu, diskutuje o medzivýsledkoch	farebné papiere, rysovacie potreby, nožnice, lepiaca páska, lepidlo, internet, tabuľky štruktúr látok
2 VH	Empiricko-teoretické overenie záverov	navrhnu a uskutočnia fyzikálno-chemický experiment a vyhodnotia jeho priebeh	dohliada nad uskutočnením experimentov, podnecuje diskusiu pri vyhodnotení experimentu	laboratórne vybavenie pre chémiu, mikroaparatury, mikrometer, hustomer, analytické váhy
1 VH	Prezentácia výsledkov, diskusia a evalvácia	diskutujú závery, upravujú ich a prezentujú svoje výsledky ostatným skupinám	zhodnotí prácu žiakov v skupinách aj individuálne a moderuje spoločnú diskusiu	papier, rysovacie potreby, prezentačná technika, IKT

Počas priebežných evalvácií žiaci diskutujú (prípadne upravujú) čiastkové výsledky medzi sebou, ale aj medzi skupinami navzájom. Pri záverečnej evalvácií potom navzájom diskutujú o svojich konečných výsledkoch a na základe svojich výskumov argumentujú ich správnosť. Učiteľ ich hodnotí nielen za výsledný produkt danej skupiny, ale aj jednotlivo, za individuálny prínos každého žiaka. V tejto fáze teda učiteľ nehodnotí iba správnosť výsledku, ktorá je samozrejme dôležitá, ale aj samotnú výskumnú činnosť pri riešení čiastkových problémov. Zaujímavé a potrebné je predložiť žiakom aj

Časová štruktúra činností

Z časového hľadiska je potrebné počítať s dvomi až tromi vyučovacími hodinami pre matematickú časť skúmania problému a s tromi až štyrmi vyučovacími hodinami pre časť chemickú. Odhadované časové vyťaženie sa ale môže zmeniť vzhľadom na výber obsahu a rozsahu aktivít, ktorý volí učiteľ individuálne. Približné časové rozvrhnutie aktivít pozri v

správne riešenie problémov a prediskutovať prípadné nekorektné závery. Týmto sa žiaci poučia o tom, že vedecká bádateľská práca môže byť tiež sprevádzaná neúspechmi, čo ale nie je prekážkou rozvoja žiaka, pretože to odpovedá „realite života“ (Papáček, 2010).

Záver

Jednotlivé aktivity sa dajú využiť v rôznych scenároch, napr. ako učiteľom podnietené aktivity vnorené do klasického vyučovania, ktoré slúžia na nácvik žiackeho

bádania, či ako samostatné výskumné aktivity žiakov, alebo ako súhrnná aktivita, ktorá môže vyústiť až do žiackeho projektu. Aktivita je možné využiť aj v rôznych fázach výučby, od motivačnej, cez expozičnú až po precvičovaciu. Výskumne orientované aktivity sú vhodné pre zvýraznenie interdisciplinárnych presahov a prienik jednotlivých predmetov. Takto sa prirodzeným spôsobom žiakom ukáže, že jednotlivé oblasti vedy tvoria komplexný celok.

Pri vyššie navrhnutých aktivitách majú žiaci za úlohu naplánovať, zrealizovať, oddiskutovať, argumentovať a vyhodnotiť svoju výskumnú činnosť. Pri výskumných činnostiach žiaci nenadobúdajú len teoretické vedomosti a praktické zručnosti, ale osvojujú si aj ďalšie, sociálne kľúčové kompetencie. Tak napríklad pri diskusii so spolužiakmi dochádza ku kompromisu názorov zúčastnených a aj ku korekciám slepých či chybných ciest skúmania. Výsledkom žiackej činnosti sú vytvorené geometrické modely, samostatne odvodené exaktné postupy pre výpočet miery zadaných objektov a ich aplikácia pri skúmaní chemických štruktúr, vytvorené modely štruktúr kovov alebo iónov, návrh, realizácia a vyhodnotenie fyzikálno-chemického experimentu a v závere vlastná prezentácia výsledkov.

Podakovanie

Tento príspevok vznikol na základe inštitucionálnej podpory rozvoja vedy na Univerzite Karlovej v Praze, Přírodovědecké fakultě v rámci Programu rozvoja vedných oblastí na UK – PRVOUK P42.

Literatúra

BANCHI, H., BELL, R. The Many Levels of Inquiry. In: *Science and Children*, vol. 46, No. 2, 2008, pp. 26-29.

BEČVÁŘ, J., BEČVÁŘOVÁ, M., VYMAZALOVÁ, H. *Matematika ve starověku. Egypt a Mezopotámie*. Praha: Prometheus, 2003. ISBN 80-7196-255-4.

BEČVÁŘ, J., ŠTOLL, I. *Archimedes. Největší vědec starověku*. Praha: Prometheus, 2005. ISBN 80-7196-273-2

BYBEE, R.W. et al. *Science and technology education for the elementary years: Frameworks for curriculum and instruction*. Washington, D.C.: The National Center for Improving Instruction, 1989.

ČTRNÁCTOVÁ, H., CÍDLOVÁ, H., TRNOVÁ, E., BAYEROVÁ, A., KUBĚNOVÁ, V. Úroveň vybraných chemických dovedností žáků základních škol a gymnázií. In: *Chemické listy*, vol. 107, No. 11, 2013, pp. 897-905.

HALAS, Z. *Archimédés. Několik pohledů do jeho života a díla*. Praha: Matfyzpress, 2012. ISBN 978-80-7378-228-3.

HELD, Ľ. A kol. *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania*. Trnava: Typi Universitatis Tyrnaviensis, 2011. ISBN 978-80-8082-486-0.

HELD, Ľ. *Induktívno-deduktívna dimenzia prírodovedného vzdelávania*. Trnava: Trnavská univerzita, 2014. ISBN 978-80-8082-787-8.

IVAN, M. *O guli*. Diplomová práca. Praha: Univerzita Karlova v Praze. Matematicko-fyzikální fakulta, 2014.

JANÍK, T., JANÍKOVÁ, M., VLČKOVÁ, K. Výzkum výuky: vymezení pojmu. In: Janíková, M., Vlčková, K. (Eds.) *Výzkum výuky: tematické oblasti, výzkumné přístupy a metody*. Brno: Paido, 2009. ISBN 978-80-7315-180-5.

LUKEŠ, J., MALÝ, J.: *Measure and Integral*. Praha: Matfyzpress, 2005 ISBN 80-85863-06-5.

NODZYŇSKA, M. *Vizualizace v chemii a ve výuce chemie*. Habilitační práce. Praha: Univerzita Karlova v Praze. Přírodovědecká fakulta, 2012.

PAPÁČEK M. Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. In: Papáček, M. (Ed.), *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování*. (s. 145-162). České Budějovice: Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity, 2010. ISBN 978-80-7394-210-6

ROCARD, M. et al. *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europa*. Brusel: European Commission, 2007.

ŠPÚ. *Štátny vzdelávací program pre gymnáziá v Slovenskej republike*. Bratislava: ŠPÚ, 2011.

ŠPÚ. *Štátny vzdelávací program pre 2. stupeň základnej školy v Slovenskej republike*. Bratislava: ŠPÚ, 2011.

ŠULCOVÁ, R. *Aktivizační metody a formy práce v chemickém vzdělávání v kontextu RVP*. Disertační práce. Praha: Univerzita Karlova v Praze. Přírodovědecká fakulta, 2008.

VÚP. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. ISBN 978-80-87000-11-3.

VÚP. *Rámcový vzdělávací program pro základní školy*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007.

Didaktický software pro výuku chemie – současná situace v České republice

Mgr. Kateřina Chroustová

prof. PhDr. Martin Bílek, PhD.

Katedra chemie

Přírodovědecká fakulta

Univerzita Hradec Králové

Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové

Česká republika

Katerina.Chroustova@uhk.cz

Martin.Bilek@uhk.cz

Abstract

The contribution shows the overview of the commercial and also non-commercial educational software that is available in the Czech Republic for the chemistry education. Every individual example of the educational software is briefly described with respect to its thematic classification, recommendation for its usage in the chemistry education (regard to the phase of the lesson) and its other characteristics and specifications. The article also contains general recommendations for the usage of the educational software in the chemistry education.

Úvod

Současné školy reagují na rozvoj informačních a komunikačních technologií nákupem novějšího hardwarového vybavení, ať už se jedná o interaktivní tabule, hlasovací zařízení, vybudování nových počítačových učeben, nákup tabletů či chytrých mobilních telefonů a dalších mobilních zařízení pro vybrané třídy atp. Otázkou ovšem zůstává, jaký software na nich budeme instalovat. Jednou z možností je využít již vytvořený didaktický software, ať už komerční od specializovaných firem, či volně dostupný na internetu. V článku přinášíme přehled didaktického softwaru vhodného pro výuku chemie na základních a středních školách dostupného v České republice. U konkrétních zástupců připojujeme i doporučení pro jejich optimální zařazení do výuky chemie, která si kladou za cíl pomoci učitelům zefektivnit výuku s ohledem na její různé fáze.

Didaktický software

Za didaktický software považujeme jakékoliv programové vybavení počítače, které je vytvořeno pro výuku a plní alespoň jednu z didaktických funkcí: motivace žáků, expozice učiva, upevňování osvojených vědomostí a dovedností a kontrola jejich získané úrovně (Dostál, 2011, s. 20–22).

Myšlenka tvorby didaktického softwaru navazuje na programované vyučování, které spojovalo behaviorismus s algoritmizací učiva a tehdejší výpočetní technikou. Základy programovaného učení položil již v roce 1920 S. L. Pressey, který využíval výpočetní stroj na

testování inteligence, a který na základě svých pozorování usoudil, že tento stroj uživatele i učí. Za start programovaného učení se však považuje až rok 1954, kdy na konferenci v Pittsburgu vystoupil B. F. Skinner s přednáškou „Věda o učení a umění učit se“. Na této přednášce přidává k tradičnímu schématu behaviorismu S – R (stimul – reakce) také prvek Z (zpevnění), které fixuje reakci (Pelikán, 1998). Skinner také definoval pět základních principů programovaného vyučování: princip malých kroků – učivo musí být rozděleno na malé dostatečně kroky, princip aktivní odpovědi – od žáka se vyžaduje aktivní zapojení, princip zpevnění (popř. bezprostřední kontroly) – žák je po odpovědi ihned informován o výsledku, princip individuálního tempa a princip hodnocení výkonu – program zaznamenává všechny odpovědi žáka a umožňuje jejich celkové hodnocení (Fry, 1966). Tyto principy se odrážejí v současných požadavcích na výuku všeobecně, ale především v požadavcích na didaktický software, resp. na výukový program – název evidentně odvozený zprogramovaného vyučování.

Dnešní didaktický software by měl splňovat řadu obecných požadavků: obsahovat dokumentaci s manuálem, instalační program, ovládání programu má být intuitivní a přirozené, mít dobré grafické zpracování a v případě zvukové kulisy umožňovat její vypnutí či omezení, nesmí chybět nápověda. Z pohledu pedagoga vyvstávají další požadavky: na kvalitu výkladové části – propojení souvisejících informací, odpovídání osnově daného ročníku, pro který je program určen, využívání správné terminologie a aktuálních poznatků. Dále by měla být součástí programu simulace (nebo alespoň animace) umožňující žákům více přiblížit daný jev, prohlédnout si náročné experimenty, měnit parametry a sledovat změny tím způsobené. Samozřejmě součástí by mělo být procvičování látky s možností výběru tématu, stanovení počtu otázek, zpětné zařazování špatně zodpovězených a ukládání výsledku procvičování. Nutná je i zpětná vazba informující nejen o správnosti odpovědi, ale

v případě chyby podávající doplňující informace, a s tím i spojené závěrečné testování ověřující dosažené vědomosti a dovednosti žáků (Hladiš, 2001). Freire et al. (2012) dále uvádějí, že by měl didaktický software rozvíjet kreativitu, umožňovat studentovi aktivní přístup, vzbuzovat jeho zvědavost, podporovat spolupráci, interaktivitu a mezipředmětové vztahy, podporovat uvažování, zdůvodňování a porozumění pojmům a představám, zdůrazňovat význam procesu více než jeho výsledek, korespondovat s jazykovými aspekty (např. dané věkové kategorie, pro dané použití) a korespondovat se společensko-kulturními, etickými, pedagogickými, ekologickými aspekty atd.

Přehled dostupného didaktického softwaru

V souladu s výše zmíněnou definicí Dostála zařazujeme do didaktického softwaru nejen programy pro expozici učební látky, pro fixaci učební látky, pro testování stupně osvojení učební látky, ale i programy pro programování, simulační programy, didaktické hry, elektronické učebnice, elektronické encyklopedie a programy pro řízení laboratorní výuky (Szotkowski, 2007). V České republice existuje pro výuku chemie didaktický software vyrobený od firem a také volně dostupné programy z produkce univerzit a dalších autorů.

Komerční didaktický software

V současné době se tvorbě výukových programů pro výuku chemie věnuje v České republice pouze pár firem, které mají zpravidla dlouholetou tradici ve vytváření výukových materiálů napříč všemi školními předměty. Obvykle se firmy zaměřují na výukový software pro základní školy. Často se navíc jedná o programy určené pro první stupeň základní školy, a proto není v chemii mezi komerčními programy tolik zástupců na výběr.

Anorganická chemie

Anorganická chemie patří ke starším programům, tomu odpovídá i cena, je ovšem stále funkční i na nových operačních systémech. Autorem je firma Tomáš Holubec. Software je určen pro základní i střední školy (zohledněno v úlohách rozdělením obtížnosti) a slouží především pro procvičování a ověřování znalostí v tématech: „Značky prvků“, „Názvy sloučenin“, „Chemické rovnice“, „Vyrovnávání rovnic“ a „Spojovačky“. Při testování je možné nastavit výběr tématu ke zkoušení, jeho stupnici (podle procentuálního zisku bodů) a stupeň obtížnosti úloh, dosažené výsledky žáka lze včetně jeho chyb nechat vytisknout (Holubec, [cca 2005]). Vzhledem k omezenému počtu příkladů a především nemožnosti

tvorit názvy či vzorce, ale pouze je vybírat z většího množství možností, doporučujeme program využívat spíše při souhrnném opakování při výuce, popř. jako doplněk procvičování učiva.

Didakta – chemie

Program byl vytvořen v roce 2005 firmou Silcom multimedia, která průběžně vydává aktualizace pro spuštění na novějších operačních systémech (Windows 8). Stejně jako Anorganická chemie je určen pro ročníky druhého stupně základních škol a první ročníky středních škol. Slouží především pro samostatné procvičování a ověřování znalostí žáků, ale díky jeho vhodnosti pro interaktivní tabuli jej lze použít i při frontální výuce ve třídě (ať už při procvičování, opakování nebo i při výkladu). Tento didaktický software je členěn do pěti hlavních tematických celků „Složení látek“, „Názvosloví“, „Chemický děj“, „Výpočty“ a „Organické sloučeniny“. Lze nastavit obtížnost a počet příkladů. Navíc je zde možnost jednotlivé úlohy vytisknout v podobě pracovního listu pro případ využití v učebně bez počítače. Výsledky žáků ukládá program do přehledné tabulky včetně údajů o typu úlohy, datu, době žákova řešení, počtu získaných bodů (resp. počtu správných a špatných odpovědí) a výsledné známky podle dřívějšího nastavení stupnice (SILCOM Multimedia, © 2002 – 2014). Tento program je vhodný pro samostatné procvičování žáků, neboť žáky kontroluje po jednotlivých krocích, průběžně je upozorňuje na chyby a orientuje k volbě správné odpovědi. Program navíc reaguje na častější chybovost žáka zopakováním stejné typové úlohy, dokud nezaznamená zlepšení.

Chemie I – Zebra pro školy

a Chemie II – Zebra pro školy

Jedná se o dva na sebe navazující výukové programy, které byly vytvořeny již v roce 1998 a 2001 firmou Zebra systems, s. r. o., která v současné době garantuje funkčnost na operačním systému Windows (32 bit). Jsou určeny žákům základních škol a nižších ročníků gymnázia. První program zahrnuje základní poznatky především z anorganické chemie a je rozčleněn do jedenácti kapitol: „Mikrostruktura látek a chemická vazba“, „Makrostruktura chemických látek“, „Stavba chemických sloučenin“, „Radioaktivita“, „Chemická reakce“, „Redoxní a oxidační děje“, „Kyseliny a zásady“, „Chemické směsi“, „Anorganická výroba“, „Názvosloví organické chemie“, „Periodická tabulka“. Druhý díl obsahuje poznatky z organické chemie, biochemie a základů chemické analýzy. Rovněž je přehledně členěn do kapitol: „Chemie a život“, „Organická chemie 1“, „Organická chemie 2“, „Bílkoviny a nukleové kyseliny“, „Analytická chemie“, „Chemická organická výroba“, „Chemická vazba“, „Chemické vzorce a názvosloví organické chemie“

a „Periodická tabulka prvků“. V kapitolách jsou vysvětlované pojmy doplněny názornými ilustracemi a animacemi, některé i 3D ukázkou. Každá kapitola obsahuje test prověřující žákovy znalosti, součástí programů je také souhrnný test, výsledky si žák může opět vytisknout. V případě zakoupení multilicence je navíc možné z programů tvořit vlastní testy (Zebra Systems, © 2012). Oba programy je vhodné využívat jako dokreslení a doplnění výkladu učitele, přičemž testy u kapitol doporučujeme zařadit do souhrnného opakování učiva, popř. je lze využít při jeho samostatném procvičování.

TS Chemie 1 – Názvosloví anorganické chemie

Firma Terasoft rovněž nabízí výukový program pro chemii. Tato firma navíc neustále aktualizuje své programy nejen pro 64 bit operační systémy (a tedy vám garantuje jejich funkčnost na nejnovějších OS a to nejen Windows, ale i např. Linux nebo Mac), ale optimalizuje své produkty pro práci na interaktivní tabuli. Tento didaktický software je určen žákům druhého stupně základních škol a středních škol. Jak je z názvu patrné, zabývá se jedním tematickým celkem z výuky chemie a (na rozdíl např. od Didakta – Chemie) obsahuje výukovou část rozdělenou do 22 kapitol obsahujících 200 interaktivních výukových obrazovek, procvičovací a testovací část. Proto lze tento program použít nejen k procvičování, ale i k samostudiu, či jako podpora výkladu ve vyučovací hodině např. při využití zmiňované interaktivní tabule. Jako u ostatních programů je také součástí tiskový modul umožňující snadnou tvorbu pracovních listů včetně varianty se správnými odpověďmi (Terasoft, a.s., © 2010). TS Chemie 1 patří jednoznačně mezi nejkomplexnější v současnosti dostupné výukové programy a tedy je jeho implementace snadno proveditelná nejen do všech fází výuky, ale lze ho i přizpůsobit při využití na různých stupních školského systému.

CHEMIE – stavba atomu

Interaktivní výukový program řady iDoctum je rovněž zaměřený na jeden tematický celek chemie. Jak je z názvu patrné, obsahuje učivo zabývající se strukturou atomu a rovněž chemickou vazbou. Je rozdělen do několika částí: „Vývoj myšlenky atomu – atomové modely“, „Stavba atomu“, „Elektronové vrstvy“, „Struktura elektronového obalu“, „Vývoj elektronové struktury“, „Periodická soustava prvků“, „Kovalentní vazba“, „Prostorové uspořádání molekul“, „Kovová vazba“ a „Jiné druhy vazby“. Program využívá i 3D animace a umožňuje práci na interaktivní tabuli. Za zmínku stojí, že jsou zde uvedeny také významné vědecké počiny souvisejícími s danými tématy a krátké biografie významných vědců (Software pro školy, s.r.o., [2010]). Díky názornému zpracování tohoto tematického celku program doporučujeme využít při zavádění stavby atomu ve výuce na

základní škole. Program je i vzhledem k interaktivitě možno využívat v průběhu celé vyučovací hodiny zabývající se tímto tématem. Samozřejmě jej mohou žáci využít i k samostudiu a samostatnému procvičování.

Nekomerční didaktický software

Do nekomerčního softwaru řadíme všechny licence umožňující bezplatné stažení a následné (alespoň dočasné) využívání programu (freeware, shareware apod.) a veškeré výukové programy zpřístupněné na internetových stránkách. U nekomerčního didaktického softwaru je větší riziko horší kvality, a proto se s ním musí učitel předem důkladně seznámit. Jedním z častých tvůrců volně dostupných výukových programů jsou univerzity a střední školy, v České republice to jsou např. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze nebo Gymnázium F. X. Šaldy v Liberci.

Chemické názvosloví – Anorganika

Jedná se o webovou aplikaci, která je součástí portálu Gymnázia F. X. Šaldy v Liberci: „Chemie.gfxs.cz – chemický vzdělávací portál“. Slouží k procvičování a testování anorganického názvosloví na různých stupních obtížnosti. Může se tak využívat na základní, střední i vysoké škole. Před testem si žák navolí obtížnost, počet příkladů, skupinu anorganických sloučenin, popř. upraví přímo seznam předvolených prvků dané obtížnosti. V průběhu celého testu je žák informován o své aktuální úspěšnosti, má tedy bezprostřední vazbu po každé své odpovědi. Pokud žák udělá chybu, může se jednou opravit. Na stránkách je databáze všech využívaných sloučenin přístupná i žákovi, může si tedy kdykoliv (mimo procvičování) zobrazit různé informace o vybrané sloučenině, např. příslušnost ke skupině, prvek, od kterého je odvozena, název, vzorec, molární hmotnost, zda se jedná o pravidelné názvosloví atd. Součástí aplikace je také přehled prvků periodické soustavy se základními informacemi (protonové číslo, název, značka, relativní atomová hmotnost, radioaktivita a počet od něj odvozených sloučenin v databázi). Webová aplikace umožňuje také vytváření písemných testů z chemického anorganického názvosloví, zadání i řešení lze uložit ve formátu pdf (Hrnčíř, 2006). Program doporučujeme využívat při samostatném procvičování a opakování spíše na středních, popř. vysokých školách. Nastavená obtížnost určená pro základní školy nám přijde pro prvotní či samostatné procvičování příliš obtížná. Toto lze sice obejít počátečním výběrem sloučenin či prvků zařazených do testování, ale při využití přímo v hodině by se jednalo o přílišné zdržování. Naopak při tvorbě testů pro žáky tuto možnost vyučující jistě uvítá.

Názvosloví organických sloučenin

Další webová aplikace je dostupná opět na portálu Gymnázia F. X. Šaldy v Liberci (Klejch, 2006). Oproti předchozí aplikaci tato obsahuje i výkladovou část, která vysvětluje základní pravidla pro tvorbu názvů a vzorců organických sloučenin. Lze ji tedy využít nejen k procvičování chemického organického názvosloví a rovněž vytváření zadání písemných prací ve formátu pdf, ale také s ní lze podpořit výklad či může sloužit pro žákovu samostudium. Samotné procvičování je členěno do dvou částí „Ze vzorce“ a „Do vzorce“. Obtížnost příkladů „Ze vzorce“ nelze nijak regulovat a často se objevují i velmi rozvětvené a dlouhé řetězce, proto může sloužit spíše pro studenty vysokých škol či na zabavení nadaných žáků. Pro zjednodušení je dostupná i nápověda, která zobrazí číslování uhlíků v hlavním řetězci a následně i správnou odpověď. Naopak u procvičování „Do vzorce“ nelze vzorec nijak zadat, tedy si jej musí žáci zapisovat např. na papír a pouze porovnávat svá řešení se správnou odpovědí, která se zobrazuje po kliknutí. To je určitě jistá nevýhoda, ale pokud chceme po žákovi, aby vzorec tvořil sám a nevybíral z odpovědí, nemají autoři moc na výběr, jak to jinak řešit. Program je tedy vhodnější využít pro zpestření výuky v souhrnném opakování.

Sacharidy

Webová aplikace Sacharidy je jednou z řady výukových programů vytvořených na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze (dále jen PŘF UK). Program obsahuje výkladovou složku, videa s experimenty, didaktickou hru a test. Můžeme jej tedy využít pro doplnění výkladu učitele na středních školách, případně pro samostatné ověření znalostí žáka. Program je členěn do osmi částí: „Cyklizace“, „Sacharidy“ a „Výskyt“ jsou zaměřeny na výklad, „Dehydratace sacharosy“, „Heterogenní katalýza“ a „Důkaz glukózy“ zobrazují videa chemických experimentů, dále je zde didaktická hra „Pexeso“ a již zmíněný didaktický test. Jednotlivé části obsahují názorné animace, případně obrázky či fotografie a videa chemických pokusů (s popisem pouze na začátku a uvedením chemické rovnice reakce na konci), které lze využít při výkladu učitele. Průběh pokusu je tedy třeba více komentovat, v manuálu k programu jsou ale k dispozici protokoly. Didaktický test se skládá z 21 otázek, po každém zodpovězení se zobrazí informace o správnosti odpovědi žáka, nedostatkem je, že v případě chybné odpovědi program žákovi neukáže správné řešení (Steinbauerová, Teplá, 2009). Program obsahuje v textové podobě pouze základní informace, je zde ale zařazena řada fotografií, schémat a animací, takže jím můžeme při výkladu podpořit názornost učiva. Pro samostudium např. chybějícího žáka není tento

program vhodný. Při probírání vzorců sacharidů doporučujeme využít pexesa, které umožňuje prezentované učivo hravou formou procvičit (alternativně je v pexesu i výskyt sacharidů).

Enzymy, vitaminy, hormony

Jde o další příklad výukového programu z PŘF UK. Je podobně jako předchozí určen pro doplnění k učebnicím resp. výkladu učitele na středních školách. Program je rozčleněn do 14 částí a opět jsou nejprve výkladové části: „Působení enzymů“, „Třídy enzymů“, „Inhibice kompetitivní“, „Inhibice nekompetitivní“, „Inhibice kompetitivní“, „Endokrinní žlázy“, „Hormony“ a „Vitaminy“, následují videa s chemickými experimenty: „Katalasa v bramboru“ a „Určení vitamínu C“ a rovněž didaktická hra „Pexeso“ a tři didaktické testy: „Test enzymy“, „Test vitaminy“ a „Test hormony“ (Kučerová, Teplá, 2009). Pro větší přehlednost jsou v menu barevně odlišeny různé tematické celky, tedy žák rychle pozná, které části se týkají enzymů, které hormonů a které vitamínů. Na rozdíl od předchozího programu jsou videa chemických pokusů popisována v průběhu celého pokusu s vysvětlením na konci videa, lze je tedy použít i pro samostudium žáků. Didaktické testy bohužel opět informují jen o správnosti odpovědi žáka po každé otázce a u chybné odpovědi nezobrazují správné řešení. Je tedy vhodné jej využívat pouze přímo ve vyučovací hodině, kdy vyučující nahradí popsané nedostatky.

Fotosyntéza

Výukový program je opět od autorů z PŘF UK. Tentokrát je věnovaný fotosyntéze, kdy výklad je členěn do 13 úseků: „Průřez listem“, „Složení chloroplastu a mitochondrie“, „Anténový komplex“, „Reakční centrum fotosyntézy“, „Fotolýza vody“, „Od plastochinonu k plastocyaninu“, „NADP-reduktasa“, „Primární děj fotosyntézy“, „Lokalizace ATP-synthasy a pH rozdíly“, „ATP-synthasa“, „Z-schéma“, „Sekundární děj fotosyntézy“ a „Sumární reakce“ – tyto části využívají názorná schémata a animace k dané problematice. Výhodou je, že některé animace lze kdykoliv zastavit – učitel tak má prostor pro vlastní výklad. Jak je tedy zřejmé, program opět slouží především jako doplněk k výkladu ve vyučovací studii, popř. jej žáci mohou využít na zopakování látky doma. Další součástí programu je také didaktický test nazvaný „Kvíz“, který se bohužel přímo ve výukovém programu v současné době nezobrazuje (pravděpodobně jde o chybu odkazu). Tento test je však na internetu také dostupný pod přímým odkazem: http://www.studiumchemie.cz/materialy/Milada_Rostejnska/Fotosynteza/test.swf. Při vypracovávání rovněž žáka ihned informuje o správnosti jeho odpovědi, ovšem jako jediný test (z uvedených příkladů výukových programů z PŘF UK) v případě chybné odpovědi sdělí žá-

kovi správné řešení (Roštejnská, Klímová, 2008). Celkově program doporučujeme využít ve výuce žáků středních škol, kdy učitel vhodně doplňuje a komentuje animace programu, a kvíz zařadit při závěrečném shrnutí hodiny.

Doporučení pro zařazení didaktického softwaru do výuky

Obecné zásady pro práci s didaktickým softwarem, resp. výukovými programy lze vymežit následovně (upraveno dle Dostála, 2001, s. 29):

- učitel má mít přehled o výukových programech, které má, popř. které jsou k dispozici a to včetně těch, které je možno nově pořídit,
- je nutné, aby se učitel před vlastní výukou seznámil s programem a ověřil jeho bezproblémovou funkčnost,
- učitel musí s daným výukovým programem umět pracovat a znát možnosti jeho didaktického využití,
- výukové programy musí být voleny s ohledem na cíle, věk a úroveň psychického vývoje žáků,
- učitel by si měl předem připravit počítač, aby bylo možné spustit program bez časových ztrát,
- učitel aktivizuje žáky a snaží se o to, aby sami získali co nejvíce informací obsažených ve výukovém programu,
- doprovodné slovo volí učitel tak, aby usměrňovalo pozornost žáků a jejich učení zamýšleným směrem,
- výukové programy může učitel zpravidla využít ve všech fázích výuky, ovšem některé programy je vhodné zařadit pouze do fáze výuky dle svého určení.

Další doporučení k vlastní tvorbě a výběru didaktického softwaru nám přináší Luik (2011):

- Vyhněte se soutěživosti žáka sama se sebou, může ho to zaujmout více než vlastní získávání znalostí.
- Používejte rozbalovací menu, které je vždy k dispozici, a vyhněte se používání menu (nabídky) na celou obrazovku, které by mohlo být pro žáky matoucí.
- Je výhodnější, pokud je počet potřebných činností (např. počet stisknutí různých tlačítek) pro dosažení hlavního menu malý.
- Výběr z menu by měl být jednoduchý a prostý, bez složitých termínů, aby byl pro žáky pochopitelný.
- Protože jsou žáci rozdílní, je efektivní navíc k myši poskytovat i navigaci za pomoci klávesnice.
- Nevypĺňuje-li okno se základními informacemi (otázkou a odpovědí) celou obrazovku, pozornost žáků by mohly odvádět informace ve zbylé části obrazovky.

- Zřetelně viditelná otázka a umístění odpovědi soustředí studentovu pozornost k učebnímu materiálu. Naopak ilustrace jako pozadí by mohla studenty rozptýlit. Pro učení je výhodnější, jsou-li na jedné obrazovce jednoduché ilustrace a několik různých barev.
- Mladí studenti nejsou schopni odhadnout, kolik otázek bude předloženo v jednom úseku procvičování.
- Otázky doplněné grafikou (obrázkem) jsou pro mladší studenty srozumitelnější.
- Odpovídání bez časového limitu by mohlo být účinnější pro studenty s nižší čtenářskou dovedností.
- Minimální zpětná vazba je účinnější u mladších žáků.
- Příliš mnoho informací o výkonu (jako je nabíhající skóre nebo ubíhající čas) v průběhu odpovídání žáka může odvést jeho pozornost a způsobit kognitivní přetížení.
- Atraktivní zpětná vazba po zjištění správné odpovědi (např. animace nebo videa) by měla být nahodilá.
- V případě vícevýběrových otázek je dobré jako náповědu označit či vymazat zvolenou nesprávnou odpověď.

Podrobné metodiky k využívání interaktivních a multimediálních nástrojů a práci s nimi ve výuce můžeme získat spolu s dalšími materiály, jako jsou např. manuály pro práci s notebookem, pro práci s interaktivní tabulí či přehledy interaktivních a multimediálních pomůcek, na stránkách projektu „Moderní učitel se interaktivních a multimediálních technologií nebojí“ ve složce „Materiály k samostudiu“ (Středisko služeb školám Plzeň, 2010).

Je samozřejmé, že při využití, ale i při výběru didaktického softwaru musíme brát na zřetel veškeré v současné době uznávané didaktické zásady: zásada uvědomělosti a aktivity, zásada komplexního rozvoje žáka (učitel v rámci výuky rozvíjí všechny základní komponenty osobnosti žáka), zásada vědeckosti, zásada spojení teorie s praxí, zásada přiměřenosti, zásada individuálního přístupu, zásada emocionálnosti (učitel by měl vytvořit pozitivní klima třídy, pocit důvěry u žáků), zásada trvalosti, zásada názornosti, zásada soustavnosti a zásada zpětné vazby (Zormanová, 2014). V dnešní době, kdy se především klade důraz na podporu aktivity žáka a s tím spojené individualizace výuky a práce vlastním tempem žáka, je využívání didaktického softwaru v pedagogické praxi opět velkou výzvou.

Závěr

Možností, jakým způsobem zařadit didaktický software do výuky chemie, máme několik. Jak již zmiňuje Dostál (2011), didaktický software lze zařadit do kterékoliv fáze výuky a to samozřejmě i v případě chemie. Můžeme jej využít nejen jako doplněk výkladu v případě, kdy žáky potřebujeme seznámit s průběhem nebezpečného či na přípravu časově náročného pokusu, při zobrazení mikrosvětla či jako krátkou exkurzi z technologie chemických výrob. Funguje rovněž jako vhodný nástroj individuálního procvičování, opakování a testování žáků v průběhu hodiny (pokud máme k dispozici počítač či jiné zařízení pro každého žáka), ale je i pomocníkem při frontálním procvičování s celou třídou za využití interaktivní tabule. Celkem specifickým využitím didaktického softwaru v přírodních vědách obecně je jeho využívání v experimentech podporovaných počítačem.

Je tedy zřejmé, že na nedostatek možností si učitel chemie stěžovat nemůže, je ovšem nutné, aby měl přehled o dostupném didaktickém softwaru. Měl by sám pátrat po informacích tohoto typu a dále zjišťovat specifika jednotlivých výukových programů a způsoby jejich efektivního zařazení do výuky chemie. Právě efektivitou zařazení didaktického softwaru při frontální výuce v různých fázích vyučovací hodiny chemie jsme se nově zabývali i v našich výzkumných projektech (např. Chroustová, Bílek, 2014). S rozvojem ICT a rozšířením hardwarového vybavení do stále většího počtu škol budou vznikat stále nové elektronické materiály včetně výukových programů. Je proto nutné se neustále zajímat o nejnovější dění v tvorbě didaktického softwaru. Jako jeden z příkladů nejnovějších technologií, které na didaktický software navazují a začínají s prvními edukačními aplikacemi, uveďme virtuální realitu, jejíž využívání ve výuce je předmětem prvotních zkoumání a na své výsledky jistě nenechá dlouho čekat i v běžné pedagogické praxi (Hanson, Shelton, 2008).

Poděkování

Příspěvek vznikl s podporou projektu specifického výzkumu Přírodovědecké fakulty Univerzity Hradec Králové č. 2108/2014.

Literatura

Didakta – Chemie. *SILCOM Multimedia* [online]. SILCOM Multimedia, © 2002 - 2014 [cit. 2014-11-28]. Dostupné na internetu: <http://www.silcom-multimedia.cz/tituly/dch/index.htm>
DOSTÁL, J. *Výukové programy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2782-9.
FREIRE, L., PADOVANI, S., JACOBS, K., SOARES, M. M., LONDON, M. A children, teachers and designers as evaluators of

usability of educational software. In: *Work*, Roč. 41, 2012, pp. 1032-1037.

FRY, E. B. *Vyučovací stroje a programované vyučování: Uvedení do problému*. Z amerického originálu přeložili Jaroslav Volek a Vlastimil Podlena. Vydání 1. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1966. 245 s.

HANDSON, K., SHELTON, B. E. Design and Development of Virtual Reality: Analysis of Challenges Faced by Educators. In: *Journal of Educational Technology & Society*. Jan2008, Vol. 11, Issue 1, pp. 118-131.

HLADIŠ, P. Jak poznáme dobrý výukový program?. In: *Česká škola* [on-line]. Praha: Albatros Media a.s., 19. září 2001. [cit. 2014-11-28]. ISSN 1213-6018. Dostupné na internetu: <http://www.ceskaskola.cz/2001/09/petr-hladis-jak-pozname-dobry-vyukovy.html>

HOLUBEC, T. Anorganická chemie. *Holubec.cz* [online]. [cca 2005] [cit. 2014-11-28]. Dostupné na internetu: <http://www.holubec.cz/chemie/>

HRNČÍŘ, J. *Chemické názvosloví - Anorganika* [online]. Gymnázia F. X. Šaldy, © 2006 [cit. 2014-11-28]. Dostupné na internetu: <http://anorganika.gfxs.cz/>

CHROUSTOVÁ, K., BÍLEK, M. Efektivita využívání didaktického softwaru ve výuce chemie se zaměřením na názvosloví anorganických sloučenin. In: *Media4u Magazine* [online]. Roč. 11, č. 1, 2014, pp. 58-64, [cit. 2014-11-28]. ISSN 1214-9187. Dostupné na internetu: <http://www.media4u.cz/mm012014.pdf>

KLEJCH, M. *Názvosloví organických sloučenin* [online]. Gymnázia F. X. Šaldy, © 2006 [cit. 2014-11-29]. Dostupné na internetu: <http://organika.gfxs.cz/>

KUČEROVÁ, O., TEPLÁ, M. *Enzymy, vitaminy, hormony* [online]. 2009 [cit. 2014-11-29]. Dostupné na internetu: http://www.studiumchemie.cz/materialy/Olga_Kucerova/EVH/enzymyvitaminyhormony.html

LUIK, P. Would boys and girls benefit from gender-specific educational software?. In: *British Journal of Educational Technology*. Jan2011, Vol. 42, Issue 1, pp. 128-144. Materiály k samostudiu. STŘEDISKO SLUŽEB ŠKOLÁM PLZEŇ. *Moderní učitel* [online]. 2010 [cit. 2014-11-29]. Dostupné na internetu: <http://moderniucitel.pilsedu.cz/index.php/ke-staeni/materialy-k-samostudiu>

Multimedia. *Zebra Systems* [online]. Zebra Systems, s.r.o., © 2012 [cit. 2014-11-28]. Dostupné na internetu: <http://shop.backup-store.cz/multimedia.html>

PELIKÁN, J. Programovaná výuka v kombinaci s hypertextem. In: *Zpravodaj ÚVT MU* [on-line]. Roč. IX, č. 2, 1998, pp. 9-13 [cit. 2014-11-28]. ISSN 1212-0901. Dostupné na internetu: <http://www.ics.muni.cz/zpravodaj/articles/144.html>

ROŠTEJNSKÁ, M., KLÍMOVÁ, H. *Fotosyntéza* [online]. 2008 [cit. 2014-11-29]. Dostupné na internetu: http://www.studiumchemie.cz/materialy/Milada_Rostejnska/Fotosynteza/fotosynteza.html

STEINBAUEROVÁ, A., TEPLÁ, M. *Sacharidy* [online]. 2009 [cit. 2014-11-29]. Dostupné na internetu: http://www.studiumchemie.cz/materialy/Anna_Steinbauerova/sacharidyVP/sacharidy.html

SW pro školy [online]. Software pro školy, s.r.o., [2010]. [cit. 2014-11-29]. Dostupné na internetu: <http://www.swproskoly.cz/>
SZOTKOWSKI, R. *Didaktické počítačové programy 1* [online]. 02-Mar-2007 [cit. 2014-11-28]. Dostupné na internetu: mict.upol.cz/dokumenty/prezentace_povv/4.ppt

Výuka chemie (ZŠ). *Terasoft, a.s.* [online]. Terasoft, a.s., © 2010 [cit. 2014-11-28]. Dostupné na internetu: <http://www.terasoft.cz/katalog/index.htm#chemie>

ZORMANOVÁ, L. *Obecná didaktika: pro studium a praxi*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2014. 239 s. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-4590-9.

Digitální média ve výuce chemie: analýza vývoje jejich vlivu na znalosti a motivaci žáků

Mgr. Jiří Šimek

Katedra učitelství a didaktiky chemie
Přírodovědecká fakulta
Univerzita Karlova v Praze
Albertov 3, 128 43 Praha 2
Česká republika
jiri.simek@uhk.cz

prof. PhDr. Martin Bílek, PhD.

Katedra chemie
Přírodovědecká fakulta
Univerzita Hradec Králové
Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové
Česká republika
Martin.Bilek@uhk.cz

Abstract

This analysis of the literature is focused on the impact of the development of digital media in chemistry teaching on students' knowledge and motivation. Out of the large amount of multimedia supports used in teaching, the article is primarily focused on videos, animation, simulation and computer-aided measurement. Besides their characteristics, it also summarizes their advantages and disadvantages in supporting of teaching process. The article compares current domestic and foreign literature in a total of 115 publications, obtained mostly from the databases Web of Science, Scopus and EBSCO.

Úvod

Učitelé přírodovědných předmětů se v posledních letech stále častěji setkávají s malým zájmem studentů. Ten lze pozorovat celosvětově a zcela nejmarkantnější je to na příkladu chemie. Ta je obecně společností chápána jako předmět velmi složitý, abstraktní, nepotřebný a v mnoha případech i díky tomu, nezajímavý. Takovýto klesající zájem o vědu je alarmujícím ukazatelem, který je potřeba urychleně řešit. Tak jako se mění návyky a postoje generace studentů, tak je potřeba na ně také adekvátně reagovat. Bylo by naivní si myslet, že metody a postupy, které kdysi fungovaly a platily, budou úspěšné i v dnešní době. Nezbytnost hledání nových didaktických prostředků pro podporu výuky přírodovědných předmětů je proto v poslední době velmi důležitá.

I zde nám ale nahrává technologický vývoj. Učitel by neměl zůstat na místě, ale měl by se stále snažit o své zdokonalování a držet krok jak s dobou, tak se svými studenty. Nové technologie učitelům do jisté míry usnadňují cestu a nabízejí nový směr. I tady je však důležité používat je s citem. Nároky na dovednosti žáků především ve formě kritického myšlení a řešení problémů nás nabádá k začleňování podobných metod do výuky. Právě zde mají mít žáci prostor, kde se mohou takovým schopnostem učit. Propojení problémové výuky

s digitálními technologiemi se zdá být jedním z dobrých směrů moderní výuky nejen chemie. Především při propojení makroskopické, submikroskopické a symbolické úrovně chemického konceptu se jedná o mocný nástroj.

Důležitým aspektem, jak vtáhnout žáky do vyučované problematiky, je dát jim možnost sám pracovat, objevovat, zkoumat a ověřovat. Nalézt taková témata, která by ideálně vycházela ze samotného studentského zájmu a byla by co nejvíce propojena s jejich každodenním životem. I tím bychom mohli zase trochu zvrátit pomyslný jazýček na vahách v zájmu studentů o chemii. Vše nejde ale samo od sebe. I zde bude hrát důležitou roli motivace, která každou novou problematiku navodí a vhodně nastartuje úsilí a zájem žáků. Zde je stále významná i samotná osobnost učitele. A bude záležet opět pouze na něm, zda nová digitální média použije a především při jaké příležitosti a v jaké formě. Nicméně experimentální činnosti, které by jako stěžejní neměly být z hodin chemie eliminovány, ani v době nástupu digitálních médií, otevírají ve spojení s těmito novými technologiemi nové, do nedávné doby ještě netušené možnosti, které reflektují dnešní dobu, a které mohou být studentům mnohem bližší než tradiční výuka.

V naší analýze je zahrnuto 115 výzkumných studií, které nabízejí pohled na vývoj vlivu digitálních médií ve výuce chemie na znalosti a motivaci žáků. Zaměřujeme se nejen na identifikaci problému, ale i na jeho případné řešení. Soustředíme se především na videozáznamy, animace, simulace a počítačem podporovaná měření. Kromě stručné charakteristiky jsou shrnuty i jejich výhody a nevýhody. Pracujeme tak s výzkumnými daty a závěry mnoha autorů, ve snaze nasměrovat vlastní budoucí výzkumnou část disertačního projektu v této oblasti.

Úloha digitálních médií ve výuce chemie

Exploze v informačních a komunikačních technologiích (ICT), k níž došlo na počátku nového tisíciletí, vedla i k dopadům na vzdělávání (Xie a Reider 2014). Současná mládež je těmito médii silně fascinována (Záhorec a kol., 2010) a má poměrně hodně digitálních schopností, které ale získali neformálně, zejména při používání mobilních telefonů a sociálních médií (Ng, 2012). I to je důvod, proč mají studenti omezené znalosti o tom, jak může technologie podpořit jejich učení (Margaryan a kol., 2011). Popularita může být také vysvětlena obrovským množstvím volného času, který děti a dospívající tráví hraním videoher (Papastergiou, 2009).

I přes to, že mnoho zemí přeorientovalo své vzdělávací systémy přírodních věd na studenta (Çalik a kol., 2014), mají žáci obrovský problém spojit chemické a fyzikální jevy s příklady denního života (Calis, 2010). Zatímco studenti jsou schopni pozorovat a popsat chemické procesy na makroskopické úrovni, jako je např. změna barvy, nejsou schopni uvést, proč tyto změny nastanou ve vztahu k molekulární úrovni, protože je pro ně tato úroveň jednoduše nepozorovatelná (Harrison a De Jong, 2005). Další obtíží je rychle převádět své myšlenky od jednoho pojmu k druhému, stejně jako mezi submikro, makro a symbolickou úrovní chemie (Gilbert a Treagust, 2009), a vzájemně je propojit. Přitom je známo, že studenti lépe porozumí chemii a využijí své znalosti o složitých chemických pojmech, pokud budou schopni nalézt hlubší souvislosti mezi pojmy a realitou (Rastegarpour a Marashi, 2012). Tradiční výuka ovšem využívá statických modelů a schémat, které nejsou příliš účinné při zvyšování znalostí studentů o chemických pojmech (Wu a kol., 2001). Tento přístup není vhodný pro výuku mikroskopické podstaty látek, jako jsou vlastnosti a pohyb částic, které ji tvoří (Ngo, 2006). Místo nudných a časově náročných experimentů by měly být poskytnuty příjemné a skutečný život simulující vzdělávací činnosti (Altun a kol., 2010). Učení založené na úlohách by mohlo být užitečné k tvorbě a zlepšení kritického myšlení studentů chemie (Qing a kol., 2010). Více přímých vzdělávacích přístupů, jako jsou vypracované příklady, má za následek lepší učení studentů (Kirschner a kol., 2006). Dori a Barak (2001), Trey a Khan (2008) a Erhel a Jamet (2013) tvrdí, že kombinace virtuálních a fyzických modelů s badatelskou formou výuky podporují vzdělávání a prostorové pochopení molekulární struktury lépe než tradiční metody (přednáška/demonstrace). Virtuální realita totiž může zobrazit chemické jevy způsobem, jakým si ještě nikdo nedávna neuměl představit (Bílek, 2010; Aberšek, 2013).

Učitelé ale nebudou používat technologii ve třídě, pokud nepochopí, jak to přispěje k jejich dosavadní praxi či nenabídne buď administrativní, nebo výukové výhody (Schifter, 2008).

Je dokumentováno, že studenti často chápou a rozvíjejí myšlenky odlišně, než je prezentováno jejich učiteli (Ebenezer a Fraser, 2001), čímž vznikají mnohé mylné a alternativní miskoncepce (Özmen, 2004), které jsou velmi odolné vůči změnám (Niaz, 2001). Obdobím, kdy se tvoří vědecký základ je hlavně základní škola. Špatné či nesprávné porozumění na této úrovni, potom působí těžkosti při následném vzdělávání (Calis, 2010). Zdrojem takovýchto představ jsou pak většinou paradoxně televize či počítač, především díky neobjektivním a zkresleným virtuálním prostředím. Kromě tvorby mylných představ o přírodních zákonitostech mohou ovlivňovat emoce a pocity (Bílek, 2010). A právě tyto jevy, které jsou příliš komplexní, příliš malé, příliš složité, nebo částice pohybující se příliš rychle či naopak příliš pomalu, mohou studenti dobře pozorovat a vizualizovat pomocí počítačového prostředí (Singer a kol., 2006). Zároveň je v dnešní době je prakticky nutnost rozvíjet nejen přírodovědnou gramotnost, ale právě i gramotnost digitální (Luu a Freeman, 2011).

Počítače ukázaly velký potenciál pro zlepšení úspěšnosti žáků, ale pouze v případě, že jsou použity vhodně a nejlépe jako součást uceleného vzdělávacího postupu (Bransford a kol., 2000). Samotný pozitivní vliv počítačů na výuku je pak hojně dokumentován (Özmen, 2008), a to i díky vyšší úrovni vizualizace abstraktních pojmů (Ferreira a kol., 2013). Zprostředkované vnímání pomocí virtuálních obrazů se v současné době stává velmi důležitým poznávacím kanálem pro žáky (Bílek, 2010). Zvýšení motivace studentů je mimo jiné způsobeno odlišným pohledem na témata než při tradiční výuce (Esquembre, 2002). Trey a Khan (2008) předpokládají, že počítačové analogie mohou, v rámci jednoho multimediálního prostředí, pomoci studentům s lepším propojením vztahů mezi již známými a novými jevy. Stejně jako u dalších výukových pomůcek, je i účinnost výukového multimediálního prostředí do značné míry ovlivněna kognitivními (např. předchozí znalosti, kognitivní styl) a motivačními (např. postoj žáků) učitelskými charakteristikami (Yaman a kol., 2008). Multimediální nástroje umožňují předávat nové a zajímavé argumenty zcela novou cestou (Macias et al., 2001) a mohou výrazně přispět k realizaci didaktických zásad a dosažení vzdělávacích cílů (Lamanauskas a Vilkonis, 2007; Shi, 2013). Multimédii podporovaná výuka je pro studenty stále velmi atraktivní a zájem evokující, a navíc pozitivně ovlivňuje trvání znalostí a správné vytváření koncepcí (Chen, 2012). Z pohledu učitele umožňuje tento přístup

(a) urychlení učení, (b) hlubší analýzu problémů, a (c) prezentaci argumentů vyčerpávající formou (Grimaldi a Rapuano, 2009). Virtuální prostředí poskytuje naplnění stejných cílů jako tradiční výuka (Nedic a kol., 2003), ale s lepší kvalitou (Daponte a kol., 2007), ale hlavně nabízí mnohem více příležitostí k rozšíření (Daponte a kol., 2008). Avšak samotná implementace ICT do procesu výuky, ještě nutně nemusí, a neměla by, znamenat eliminaci skutečných experimentů (Bílek, 2010).

Použití učebního prostředí založeného na použití technologií je však pro učitele mnohdy složité a náročné, a to z důvodů, které charakterizují Williams a kol. (2004):

- a) učitelé musí chápat tuto disciplínu a obsah natolik dobře, aby mohli klást přiměřeně obtížné otázky,
- b) musí být obeznámeni s použitím nových možností reprezentace obsahu a
- c) musí být schopni řešit otázky ohledně použitých technologických novinek a počítačů.

Jako vhodný přístup se pak při použití těchto materiálů jeví tvorba ucelených komplementárních médií (Paas a kol., 2004), která kombinují text, obrázky, diagramy, animace. Mayer (2003) dokládá, že studenti se učí hlouběji z multimediálního vysvětlení předloženého kombinací slov a obrazů, než použitím pouze jednoho z nich. Zatímco ústní prezentace zabírá ústní část pracovní paměti, animace nebo zpracování obrazu zabírá vizuální část pracovní paměti, což vede ke snížení celkového zatížení kognitivní pracovní paměti (Kablan a Erden, 2008). Existují však skupiny žáků, kteří těží z dynamických obrazových procesů multimédií, ale také skupiny profitující spíše z textu (Davies a kol., 1999). I to je důvod, proč nesmíme zapomínat, že samotné použití této vzdělávací podpory by mělo brát zřetel na samotné charakteristiky studenta (Yaman a kol., 2008). Především reflektovat abstraktní uvažování schopnosti žáků a snažit se co nejvíce o věrnost grafických komponent, což je nesmírně důležité především pro žáky s nižšími abstraktními uvažováními schopnostmi (Chang a kol., 2008), protože výsledky jasně ukazují, že ne každý způsob použití multimediálních materiálů ve výuce má přímý dopad na studenty (Záhorec a kol., 2014).

Z výše popsaného, se z pohledu digitálních médií, jeví jako efektivní výukové strategie např. animace a simulace (Tasker a Dalton, 2006; Kelly a Jones, 2007), výuka za pomoci počítače (Özmen, 2008) a laboratorní činnosti (Hart et al., 2000). U všech těchto strategií je nanejvýš patrné, že učitelé musí použít alternativní vyučovací způsoby, jak zlepšit koncepční porozumění studentů vědeckým pojmům a jak odstranit jejich alternativní pojetí či chápání studenty, a to zejména v oblasti chemie. Dle Bílka a Skalické (2009) je v současné době velmi aktuální a žádoucí výzkum v této oblasti, zejména

pak v situacích tvořícího se vztahu k přírodovědným a technickým oborům.

Videozáznamy a animace přírodovědných jevů a procesů

Základním požadavkem pro výuku chemie je schopnost vytvářet mentální modely procesů na molekulární úrovni (Russell a Kozma 2005; Chittleborough a Treagust 2007). K tomu se stále častěji ve výuce používají počítačové vizualizace (Tasker a Dalton 2006; Venkataraman 2009). V přírodních vědách jsou často použité k představení vědeckých pojmů a jejich vztahů (Ploetzner a kol., 2009). Jsou užitečnými nástroji především pro zobrazení interakcí částic, což je nezbytné k vysvětlení pozorovaných chemických jevů (Bunce a Gabel, 2002) a abstraktních pojmů, které se mění v čase a prostoru (Ainsworth a VanLabeke, 2004; Linn a Eylon, 2011), stejně jako k pochopení chemie díky schopnosti vizualizovat částice na úrovni procesů probíhajících na mikroskopické úrovni (Shiple a Moher 2008; Adadan a kol., 2009; Özmen a kol., 2009; Çalik a kol., 2010; Xie a Lee 2012). To následně vede k poskytnutí vysvětlení makroskopického chování (Yeziarski, 2003; Kelly a Jones, 2007). Tasker a Dalton (2006) a Rotbain a kol. (2008) přidávají, že animace mohou mnohem lépe ukázat dynamickou, interaktivní a částicovou povahu chemie na rozdíl od ilustrací v učebnicích. Animace se od statických obrázků liší v tom, že nabízí dva jedinečné atributy, a to dráhu a pohyb (Doymus a kol., 2010; Chang a kol., 2010), což je často uváděno jako hlavní důvod lepšího pochopení problému (Hoffler a Leutner, 2007). Výhodou také je, že video poskytuje možnost studovat vědu událostí reálného světa. Mohou sbírat a analyzovat příslušná experimentální data z digitalizované video sekvence. To jim pomáhá uvědomit si, že v reálném světě jsou problémy mnohem složitější. Své vědomosti pak lépe přiblíží teoretickým modelům (Christian a Belloni, 2001). I z těchto důvodů by učitelé chemie měli doplnit výuku složitých chemických jednotek animacemi, představující molekulární úroveň (Tolentino a kol., 2009). Talib a kol. (2012) vidí úlohu animací především jako instruktážního materiálu, který má potenciál k účinnému zvýšení porozumění studentů chemickým jevům. Pozitivní vliv na vědomosti a především na pochopení některým jevům je dokumentován jak ze základních a stěžejních témat chemie jako je např. tvorba iontů a roztoků (Ebenezer, 2001), tak např. z témat elektrochemie (Talib a kol., 2005). Zatímco se mnozí shodují, že dynamické vizualizace jsou užitečné, recenze o jejich vzdělávací hodnotě, jsou neprůkazné (Boucheix a Schneider, 2009; Linn a Eylon 2011). Tversky a kol.

(2002) vysvětluje, že animace se v průběhu času mění a nemohou být kontrolovány a znovu prohlédnuty, na rozdíl od statických obrazců. Informace se pak mohou stát náročnými na zpracování (Ayres a kol., 2005). Takové animace představují další kognitivní zátěž (Gilbert a kol., 2008), v důsledku přítomnosti velkého množství neustále se měnících informací (Bodemer a kol., 2005) a jsou, proto pro výuku jsou v tomto směru nepřijatelné. Navíc, mnohé studie ukázaly, že samotné animace nemusí být dostatečné pro zlepšení porozumění studentů (Vermaat a kol., 2003; Chang a kol., 2010). Animace nabízí různé příležitosti k učení (Be'trancourt, 2005), ale kladou také specifické požadavky na procesy učení studentů. Kromě zpracování neustále se měnících informací, potřebují studenti identifikovat informace a orientovat se jak prostorově, tak i časově (Lowe, 2008). Mnoho studentů s tím nemá problém (Be'trancourt a Chassot, 2008), ale jsou i tací, kteří jsou díky tomu přetížení, a v důsledku toho pouze povrchně zpracovávají předložené informace (Ploetzner a kol., 2008). Například Tversky a kol. (2002) dospěli k závěru, že některé z animací použité ve výuce nemají příznivý vliv na pochopení, i přesto, že sdělují mnoho informací o mikro-světě. Zde se dle autorů nabízí nutnost ještě slovního vysvětlení krom samotné animace. Podobnou potřebu naznačují i Jacobson a Kozma (2000), Trey a Khan (2008) pak mluví i instruktážních pokynech. Oba materiály trpí nedostatky a jejich síla tkví především při spojení obou metod. Tímto způsobem se studenti mohou učit chemii z obou. Takový přístup je v kontrastu s tradiční výukou chemie v podobě přednášek, které spoléhají téměř výhradně na slovní vysvětlení pojmů, což znamená, studenti mají malou možnost sledovat molekulární interakce (Stieff a Wilensky, 2003). Právě zaměření se na specifické proměnné v dynamickém a interaktivním zobrazení může být velmi prospěšné (Bodemer a kol., 2005). Pokud navíc disponují interaktivitou, mohou studentům pomoci být v procesu učení více aktivní (Hegarty, 2004).

Simulovaný a počítačem podporovaný experiment

Během posledních tří desetiletí nabývají počítačové simulace stále na výkonosti (Smetana a Bell, 2007). Jedná se o důležitou vzdělávací technologii, jelikož je blízká dnešním studentům, kteří vyrůstají v digitálním světě a jsou zvyklí na vizuální učení (Xie a Pallant 2011). Jedná se o programy, které obsahují model určitého systému nebo procesu a věnují se jeho grafické vizualizaci. Někdy může být vizualizace velmi jednoduchá, někdy velmi propracovaná (Jimoyiannis a Komis,

2001). Simulace umožňují studentům vizualizovat objekty a procesy, které jsou za normálních okolností mimo jejich vnímání (Khan, 2002; Gobert a kol., 2002). Navíc mnoho simulací umožňuje studentům maniplovat proměnné (Khan, 2007; Trey a Khan, 2008; Machková a Bílek, 2013), které jsou mimo kontrolu v klasickém světě (Winn a kol., 2006). Učení usnadňují také díky interaktivitě s dynamickými modely přírodních jevů (Trundle a Bell, 2010), úspoře času (Gibbons a kol., 2004) snadnému testování hypotéz (Blake a Scanlon, 2007), což zlepšuje schopnost předvídat výsledky pokusů (McKagan a kol., 2009). Pozitivní účinek simulací na výuku obecně je dokumentován poměrně hojně (Trey a Khan, 2008; Baily a Finkelstein, 2009; Bozkurt a Ilik, 2010; Rutten a kol., 2012). Především při aktivním zapojení studentů do zkoumání a objevování, mohou být počítačové simulace silným výukovým nástrojem (Akpan, 2001). V některých případech je ale velmi obtížné vytvořit simulaci dostatečně podrobnou a ještě reálnou (Woodfield a kol., 2005). Simulace obsahující většinou reálné příklady a mají potenciál pozitivně ovlivnit zájem studenta, především v případech vysoce komplexních úloh (Yaman a kol., 2008).

Učitelé mohou vybírat ze širokého spektra počítačových simulací, které jsou k dispozici díky mnoha různým zdrojům (Trundle a Bell, 2010). Výukové simulace přístupné na internetu jsou různé kvality a jsou navrženy se zaměřením na určité učební cíle, úroveň vzdělání a specializaci. To je důvod, proč každá simulace neodpovídá učebnímu cíli různých škol. U vzdělávacích simulací jsou některé odborné informace potlačeny a je přidána didaktická podpora procesu učení (Machková a Bílek, 2013). Před tím, než jsou aplikovány v pedagogické praxi, by měly být analyzovány, přizpůsobeny kognitivní úrovni a cílům učení. Je důležité výběr a použití počítačových simulací přizpůsobit konkrétním studentům (Chang a kol., 2008; Yaman a kol., 2008). Dle Blaka a Scanlona (2007) by, kromě samotného přizpůsobení úrovni schopností studentů, měly obsahovat instrukce, které by byly součástí simulace, či v podobě doprovodných poznámek. Tento proces je obdobný jako při výběru učebnice, vzdělávacího filmu či didaktického obrazu (Machková a Bílek, 2013).

Navzdory vysokým očekáváním, nelze v současné době vyslovit obecný závěr o účinnosti simulací (Mayer, 2004; Yaman a kol., 2008), ve srovnání s tradičními metodami (Winn a kol., 2006). Účinek simulací v přírodovědném vzdělávání je totiž vždy dán souhrou mezi simulací, jejím obsahem, studentem a učitelem (Rutten a kol., 2012), z čehož je zřejmé, že účinnost je úzce spjata s pedagogikou (Flick a Bell, 2000) a bez správné dovednosti učitelů nikdy nenaplní svůj plný potenciál

(Lindgren a Schwartz, 2009). Avšak integrace s dalšími výukovými strategiemi by mohla být silnou kombinací pro podporu vizualizací nejistitelných jevů studentům (Khan, 2007).

Počítače v kombinaci s vhodnými senzory mohou pomoci studentům provádět vlastní šetření. Díky tomu mohou sbírat data, které lze díky přenosným zařízením používat přímo v terénu či doma. To vede k prohloubení zkušenosti práce ve skupinách a díky specifickému softwaru i k zdokonalení analýzy dat (Esquembre, 2002). Formování a zlepšování manuálních dovedností (měření dostupnými laboratorními přístroji, které pracují s laboratorními systémy, dokonce konstrukce s běžnými předměty každodenního použití, práce s bezpečnými látkami, atd), které jsou podstatnou součástí přírodní vědy, nemůže být plně nahrazeno pouze monitorem a klávesnicí (Bílek, 2010).

Řada studií odhalila pozitivní učební účinky virtuálních prostředí, která podporují zkoumání a ověření hypotéz, a analyzování dat, obdobně jako ve vědeckém světě (Sun a kol., 2008; Yang a Heh, 2007). Kromě toho, laboratorní činnosti, které jsou nedílnou součástí výuky chemie, umožňují studentům vybudovat si své vlastní zkušenosti s konkrétními materiály (Ayas a kol., 2005). Laboratorní metoda zlepšuje zapojení studentů, kritické myšlení, vědecký názor a schopnost řešit problémy (Serin, 2002). I přes to tato forma nemá dostatek pozornosti (Saka, 2002).

Výhodou počítačových měření jsou komplexní funkce, jako je například systém interaktivity a zpětné vazby, stejně jako různé druhy reálných životních scénářů, které mohou být zkoumány (Mayonette, 2010). Je ovšem potřeba navození smysluplného a cílově orientovaného prostředí (Yen a Lee, 2011) a v kombinaci s použitím počítačových senzorů je také nutná znalost virtuálního prostředí (Wüstenberg a kol., 2012). Často se lze totiž setkat s neefektivním využitím technologií ze strany učitelů (Teo, 2009). Bílek a Krumina (2008) a Škoda a Doulík (2009) doporučují jednoduché experimenty provádět ve formě reálné činnosti a vzdálená či jinak zprostředkovaná pozorování používat k aktualizaci informací a motivaci. Naopak pokusy obtížně kontrolovatelné, nebezpečné, velmi nákladné a obtížné nebo nemožné proveditelné v laboratorním prostředí lze simulovat v počítačovém prostředí (Singer a kol., 2006).

Další alternativou jsou vzdálené laboratoře, kde mají studenti přístup k dálkově ovládaným reálným experimentům s přiměřenou schopností rekonfigurace. Mohou spustit experiment, sledovat jej pomocí webové kamery, sbírat výsledky online a již místně analyzovat (Esquembre, 2002). Lze je s úspěchem použít pro lepší vizuální reprezentaci chemických pojmů nebo k přípravě studentů na jejich laboratorní cvičení (Dalgarno a kol., 2009).

Závěr

Na základě informací, získaných analýzou výše citovaných publikací, lze usuzovat, že hledání nových didaktických prostředků je stále více než žádoucí. S ohledem na upadající zájem o přírodní vědy, platí toto klišé v těchto oborech dvojnásob. Především chemie, jakožto pomyslný strašák většiny studentů, potřebuje vylepšit svou pověst. Jelikož byla, je a i bude vždy předmětem do jisté míry abstraktním, je potřebné využít všech dostupných možností, včetně digitálních technologií, jak přírodovědné pojmy a jevy lépe prezentovat vysvětlovat. Pozitivní vliv digitálních médií na výkonnost a motivovanost žáků, je známý. To je poměrně logické, vzhledem k dnešní době a poměrně dobré dostupnosti digitálních médií v každodenním životě. Dnešní generace je zvyklá se v tomto prostředí pohybovat a trávit jeho používáním velké penzum času. Tento pozitivní vliv je jistě i dobře využitelný ve výuce. Přes mnoho dokladů o spíše pozitivním vlivu těchto médií ale stále existuje velmi málo konkrétních implementací do výuky. A právě takové materiály jsou pro učitele a vlastně i žáky nejdůležitější. Z velkého množství využívaných multimediálních opor jsme se v našem textu soustředili především na videozáznamy, animace, simulace a počítačem podporovaná měření. Každý prvek má své výhody i nevýhody a jejich použití přímo ve třídě vyžaduje i odlišné přístupy. Lze předpokládat, že i jejich vliv na studenty bude odlišný, a to jak na úrovni celého třídního kolektivu, tak posléze konkrétního jedince.

Největším problémem je pro žáky spojit reálné prvky s informacemi prezentovanými ve škole. Žádoucí je také kombinování virtuálních a fyzických modelů s badatelskou orientací výuky. Navíc v kombinaci s ICT máme mnohem více možností k snadnému rozšíření a doplnění učebních materiálů. Prezentace dynamické, interaktivní a částicové povahy chemie je u nich také naprosto odlišná v porovnání s ilustracemi v učebnicích. Při dnešní rozšířenosti a zahlcenosti internetu není takový problém si materiály opatřit, ale před samotným použitím v pedagogické praxi, by měly být analyzovány a přizpůsobeny kognitivní úrovni a cílům učení. Doporučuje se při multimediálním vysvětlení kombinovat nejen slova, ale i obrázky a především doprovodný text. Věrné reflektování grafických komponent je rovněž více než žádoucí. Tyto materiály totiž kladou specifické požadavky na procesy učení studentů. Ti potřebují identifikovat informace a orientovat se jak prostorově, tak i časově. Takové pochopení následně vede k poskytnutí vysvětlení makroskopického chování. Kromě toho, při aktivním zapojení studentů do zkoumání a objevování, lze formovat a zlepšovat manuální dovednosti, po kterých současná společnost tak zoufale volá.

Úlohu digitálních médií ve výuce chemie vidíme především ve spojení s komplexními úlohami spojenými s reálným světem. Ovšem jejich použití by nemělo přesáhnout určitou mez. I zde platí, že všeho moc škodí a tato média by zkrátka neměla být používána jen sama pro sebe. Jejich použití jako motivačního prvku či opory ke krátkému znázornění či procvičení chemických jevů, je ale z našeho pohledu velmi vhodné. U všech těchto strategií je nutné použití alternativních vyučovacích způsobů, kterými lze zlepšit koncepční porozumění studentů vědeckým pojmům a odstranit jejich chybné pojetí či chápání. Jedním slovem ale musíme dodat, že bez dostatečných dovedností učitelů to nepůjde a plný potenciál digitálních médií nebude nikdy využit.

Literatura

- ABERŠEK, B. Cogito ergo sum homomachine? In: *Journal of Baltic Science Education*, 12, 3, 2013, pp. 268-270.
- ADADAN, E.; IRVING, K.E.; TRUNDLE, K.C. Impacts of multi-representational instruction on high school students' conceptual understandings of the particulate nature of matter. In: *International Journal of Science Education*, 31, 13, 2009, pp. 1743-1775.
- AINSWORTH, S.; VANLEBEKE, N. Multiple forms of dynamic representation. In: *Learning and Instruction*, 14, 2004, pp. 241-255.
- AKPAN, J.P. Issues associated with inserting computer simulations into biology instruction: a review of the literature. In: *Electronic Journal of Science Education*, 5, 3, 2001, Retrieved from: <http://ejse.southwestern.edu/article/view/7656/5423>
- ALTUN, E.; FEYZIOGLU, B.; DEMIRDAG, B.; ATES, A.; ÇOBANOĞLU, I. Preservice computer teachers' views on developing chemistry software based on constructivist 7E model. In: *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 2010, pp. 2282-2286.
- AYAS, A.; ÇEPNİ, S.; AKDENİZ, A.R.; ÖZMEN, H.; YIGİT, N.; AYVACI, H.S. Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji, PegemA Yayıncılık, Ankara, pp. 133-134, 2005.
- AYRES, P.; KALYUGA, S.; MARCUS, N.; SWELLER, J. The conditions under which instructional animation may be effective. *Paper presented at an International Workshop and Mini-conference*, Open University of the Netherlands, 29 August 2005.
- BAILY, C.; FINKELSTEIN, N.D. Development of quantum perspectives in modern physics. In: *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 5, 2009, pp. 010106.
- BE'TRANCOURT, M. The animation and interactivity principles in multimedia learning. In: R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 2005, pp. 287-296. New York: Cambridge University Press.
- BE'TRANCOURT, M.; CHASSOT, A. Making sense of animation: how do children explore multimedia instruction? In: R.K. Lowe, W. Schnotz (Eds.), *Learning with animation: Research implications for design*, 2008, pp. 141-164, New York: Cambridge University Press.
- BÍLEK, M. Natural Science Education in the Time of Virtual Worlds. In: *Journal of Baltic Science Education*, 9, 1, 2010, pp. 4-5.
- BÍLEK, M.; KRUMINA, A. Dilemmas of Computer Supported Chemistry Education: Virtual or Real? In: *Chemistry Education – Proceedings of International Scientific Practical Conference, Riga*, 2008, pp. 16-21.
- BÍLEK, M.; SKALICKÁ, P. Real, Virtual Laboratories together in General Chemistry Education: Starting Points for Research Project. Problems of Education in the 21st Century, In: *Information & Communication Technology in Natural Science Education*, 16, 2009, pp. 30-39.
- BLAKE, C.; SCALON, E. Reconsidering simulations in science education at a distance: features of effective use. In: *Journal of Computer Assisted Learning*, 23, 6, 2007, pp. 491-502.
- BODEMER, D.; PLOTZNER, R.; BRUCHMULLER, K.; HACKER, S. Supporting learning with interactive multimedia through active integration of representation. In: *Instructional Science*, 33, 1, 2005, pp. 73-95.
- BOUCHEIX, J.M.; SCHNEIDER, E. Static and animated presentations in learning dynamic mechanical systems. In: *Learning and Instruction*, 19, 2009, pp. 112-127.
- BOZKURT, E.; ILIK, A. The effect of computer simulations over students' beliefs on physics and physics success. In: *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 2010, pp. 4587-4591.
- BRANSFORD, J.D., BROWN, A.L., COCKING, R.R. (2000), *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*, National Academy Press, 2000.
- BUNCE, D.M.; GABEL, D. Differential effects on the achievement of males and females of teaching the particulate nature of chemistry. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 10, 2002, pp. 911-927.
- ÇALIK, M.; KOLOMUC, A.; KARAGOLGE, Z. The effect of conceptual change pedagogy on students' conceptions of rate of reaction. In: *Journal of Science Education and Technology*, 19, 5, 2010, pp. 422-433.
- ÇALIK, M.; ÖZSEVGEC, T.; EBENEZER, J.; ARTUN, H.; KUCUK, Z. Effects of 'environmental chemistry' elective course via technology embedded scientific inquiry model on some variables. In: *Journal of Science Education and Technology*, 23, 3, 2014, pp. 412-430.
- CALIS S. The level of understanding of elementary education students' some chemistry subjects. In: *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 2010, pp. 4868-4871.
- CHANG, H.; QUINTANA, C.; KRAJCIK, J.S. The impact of designing and evaluating molecular animations on how well middle school students understand the particulate nature of matter. In: *Science Education*, 94, 2010, pp. 73-94.
- CHANG, K.E.; CHEN, Y.L.; LIN, H.Y.; SUNG, Y.T. Effects of learning support in simulation-based physics learning. In: *Computers & Education*, 51, 2008, pp. 1486-1498.
- CHEN, Y. T. A study of learning effects on e-learning with interactive thematic video. In: *Journal of Educational Computing Research*, 47, 3, 2012, pp. 279-292.
- CHITTLEBOROUGH, G.; TREAGUST, D.F. The modelling ability of nonmajor chemistry students and their understanding of the submicroscopic level. In: *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 2007, pp. 274-292.

- CHRISTIAN, W.; BELLONI, M. Physlets: Teaching Physics with Interactive Curricular Material, Prentice-Hall, 2001.
- DALGARNO B., BISHOP, A.G.; ADLONG, W.; BEDGOOD, D.R. Effectiveness of a Virtual Laboratory as a preparatory resource for Distance, Education chemistry students, In: *Computers & Education*, 53, 2009, pp. 853-865.
- DAPONTE P.; GRIMALDI, D.; RAPUANO, S. A software architecture for the m-Learning in instrumentation and measurement, In: *Proceedings Of Instrumenting the Grid, INGRID 2008, Lacco Ameno, Island of Ischia, Italy, April 9-11, 2008*.
- DAVIER, M.V.; URHAHNE, D.; PRECHTL, H.; SCHENZER, M.; PRENZEL, M. Self-regulation, motivation, learning preferences, and animations in a computer-based learning environment, In: *Research in Science Education—Past, Present, Future*, IPN, Kiel, 1999.
- DORI, Y.J.; BARAK, M. Virtual and physical molecular modelling: Fostering model perception and spatial understanding. In: *Educational Technology and Society*, 4, 1, 2001, pp. 61-74.
- DOYMUS, K.; KARACOP, A.; SIMSEK, U. Effects of jigsaw and animation techniques on students' understanding of concepts and subjects in electrochemistry. In: *Educational Technology Research and Development*, 58, 6, 2010, pp. 671-691.
- EBENEZER, J.V.; FRASER, M.D. First year chemical engineering students' conceptions of energy in solution process: Phenomenographic categories for common knowledge construction. In: *Science Education*, 85, 2001, pp. 509-535.
- ERHEL S.; JAMET, E. Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning effectiveness, In: *Computers & Education*, 67, 2013, pp. 156-167.
- ESQUEMBRE, F. Computers in physics education, In: *Computer Physics Communications*, 147, 2002, pp. 13-18.
- FERREIRA, C.; BAPTISTA, M.; ARROIO, A. Teachers' pedagogical strategies for integrating multimedia tools in science teaching. In: *Journal of Baltic Science Education*, 12, 4, 2013, pp. 509-524.
- FLICK, L.; BELL, R. Preparing tomorrow's science teachers to use technology: Guidelines for Science educators. In: *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education [Online serial]*, 1, 1, 2000, Available from <http://www.citejournal.org/vol1/iss1/currentissues/science/article1.htm>
- GIBBONS, N.J.; EVANS, C.; PAYNE, A.; SHAH, K.; GRIFFIN, D.K. Computer simulations improve university instructional laboratories. In: *Cell Biology Education*, 3, 4, 2004, pp. 263-269.
- GILBERT, J.K.; TREAGUST, D. Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: Key models in chemical education. In: *J. K. Gilbert; D. Treagust (Eds.), Multiple representations in chemical education*. The Netherlands: Springer, 2009.
- GILBERT, J.K.; REINER, M.; NAKHLEH, M. Visualization: Theory and Practice in Science Education. Dordrecht: Springer Publication, 2008.
- GOBERT, J.D.; SNYDER, J.; HOUGHTON, C. The influence of students' understanding of models on model-based reasoning. *Presented at the American Education Research Association*, New Orleans, LA, 2002.
- GRIMALDI, D., RAPUANO S. Hardware and software to design virtual laboratory for education in instrumentation and measurement, In: *Measurement*, 42, 2009, pp. 485-493.
- HARRISON, A.; DE JONG, O. Exploring the use of multiple analogical models when teaching and learning chemical equilibrium. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 10, 2005, pp. 1135-1155.
- HART, C.; MULHALL, P.; BERRY, A.; LOUGHRAN, J.; GUNSTONE, R. What is this purpose of this experiment? Or can students learn something from doing experiments? In: *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 2000, pp. 655-675.
- HEGARTY, M. Dynamic visualizations and learning: Getting to the difficult questions. In: *Learning and Instructions*, 14, 2004, 343-351.
- HÖFFLER, T.N.; LEUTNER, D. Instructional animation versus static pictures: a meta-analysis. In: *Learning and Instruction*, 17, 2007, pp. 722-738.
- JACOBSON, M.J., KOZMA, R.B. Innovations in science and mathematics education: Advanced designs for technologies of learning. New Jersey, London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 2000.
- JIMOYIANNIS A., KOMIS V. Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion, In: *Computers & Education*, 36, 2001, pp. 183-204.
- KABLAN Z., ERDEN, M. Instructional efficiency of integrated and separated text with animated presentations in computer-based science instruction, In: *Computers & Education*, 51, 2008, pp. 660-668.
- KELLY, R.M., JONES, L.L. Exploring how different features of animations of sodium chloride dissolution affect students' explanations. In: *Journal of Science Education and Technology*, 16, 2007, pp. 413-429.
- KHAN, S. Teaching chemistry using guided discovery and an interactive computer tool. Unpublished doctoral dissertation (pp. 1–337). Amherst: University of Massachusetts, 2002.
- KHAN, S. Model-based inquiries in chemistry. In: *Science Education*, 91, 6, 2007, pp. 877-905.
- KIRSCHNER, P.A.; SWELLER, J.; CLARK, R.E. Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. In: *Educational Psychologist*, 41, 2, 2006, pp. 75-86.
- LAMANAUSKAS, V.; VILKONIS, R. Information communication technologies in natural science education: Situational analysis and prospects in Baltic countries. In: *Journal of Baltic Science Education*, 6, 2, 2007, pp. 35-49.
- LINDGREN, R.; SCHWARTZ, D. Spatial Learning and computer simulations in science. In: *International Journal of Science Education*, 31, 3, 2009, pp. 419-438.
- LINN, M.C.; EYLON, B.S. Science learning and instruction: taking advantage of technology to promote knowledge integration. Routledge, New York, NY, 2011.

- LOWE, R.K. Learning from animation: where to look, when to look. In: R.K. Lowe, W. Schnotz (Eds.), *Learning with animation: Research implications for design* (pp. 49-68). New York: Cambridge University Press, 2008.
- LUU, K.; FREEMAN, J.G. An analysis of the relationship between information and communication technology (ICT) and scientific literacy in Canada and Australia. In: *Computers & Education*, 56, 4, 2011, pp. 1072-1082.
- MACHKOVÁ V.; BÍLEK, M. Didactic analyses of the web acid-base titration simulations applied in pre-graduate chemistry teachers education. In: *Journal of Baltic Science Education*, 12, 6, 2013, pp. 829-839.
- MACIAS, M.E.; CAZARES, V.M.; RAMOS, E.E. A virtual laboratory for introductory electrical engineering courses to increase the student performance. In: *Proc. of 31st Annual Conf. on Frontiers in Educ.*, Reno, NV, USA, 3, 2001, pp. S2C-S13.
- MARGARYAN, A.; LITTLEJOHN, A.; VOJT, G. Are digital natives a myth or reality? University students' use of digital technologies. In: *Computers & Education*, 56, 2, 2011, pp. 429-440.
- MAYER, R.E. The promise of multimedia learning: Using the same instructional design methods across different media. In: *Learning and Instruction*, 13, 2003, 125-139.
- MAYER, R.E. Should there be a three-strikes-rule against pure discovery learning? A case for guided methods of instruction. In: *American Psychologist*, 59, 2004, pp. 14-19.
- MAYONETTE, S. Online assessment of problem solving skills. In: *Computers in Human Behavior*, 26, 2010, pp. 1253-1258.
- MCKAGAN, S.B.; HANDLEY, W.; PERKINS, K.K.; WIEMAN, C.E. (2009): A research-based curriculum for teaching the photoelectric effect. In: *American Journal of Physics*, 77, 1, 87-94.
- NEDIC Z., MACHOTKA, J., NAFALSKI, A. Remote laboratories versus virtual and real laboratories. In: *Proc. of 33rd Annual Conference on Frontiers in Education*, Westminster, CO, USA, 1, 2003, pp. T3E-1-T3E-6.
- NG, W. Can we teach digital natives digital literacy? In: *Computers & Education*, 59, 2012, pp. 1065-1078.
- NGO, T.K. Effectiveness of computer-assisted instruction (CAI) using ODYSSEY in the high school chemistry classroom. Master Thesis, California State University, USA, 2006.
- NIJAZ, M. Response to contradiction: Conflict resolution strategies used by students in solving problems of chemical equilibrium. In: *Journal of Science Education and Technology*, 10, 2, 2001, pp. 205-211.
- ÖZMEN, H. Some student's misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. In: *Journal of Science Education and Technology*, 13, 2, 2004, pp. 147-159.
- ÖZMEN, H. The influence of computer-assisted instruction on students' conceptual understanding of chemical bonding and attitude toward chemistry: A case for Turkey. In: *Computers & Education*, 51, 1, 2008, pp. 423-438.
- ÖZMEN, H.; DEMIRCIOĞLU, H.; DEMIRCIOĞLU, G. The effects of the conceptual change texts accompanied with the animations on overcoming 11th grade students' alternative conceptions of chemical bonding. In: *Computers & Education*, 52, 2009, pp. 681-695.
- PAAS, F.G.W.C.; RENKL, A.; SWELLER, J. Cognitive load theory: instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture. In: *Instructional Science*, 32, 2004, pp. 1-8.
- PAPASTERGIOU, M. Digital game-based learning in high school computer science education: impact on educational effectiveness and student motivation. In: *Computers & Education*, 52, 2009, 1-12.
- PLOETZNER, R.; BODEMER, D.; NEUDERT, S. Successful and less successful use of dynamic visualisations in instructional texts. In: R.K. Lowe, W. Schnotz (Eds.), *Learning with animation: Research implications for design* (pp. 71-91). New York: Cambridge University Press, 2008.
- PLOETZNER, R.; LIPPITSCH, S.; GALMBACHER, M.; HEUER, D.; SCHERRER, S. Students' difficulties in learning from dynamic visualisations and how they may be overcome. In: *Computers in Human Behavior*, 25, 2009, 56-65.
- QING Z.; NIA, S.; HONG, T. Developing critical thinking disposition by task-based learning in chemistry experiment teaching. In: *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 2010, pp. 4561-4570.
- RASTEGARPOUR H.; MARASHI P. The effect of card games and computer games on learning of chemistry concepts. In: *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 2012, pp. 597-601.
- ROTBAIN, Y.; MARBACH, A.G.; STAVY, R. Using a computer animation to teach high school molecular biology. In: *Journal of Science Education and Technology*, 17, 2008, pp. 49-58.
- RUSSELL, J.; KOZMA, R.B. Assessing learning from the use of multimedia chemical visualization software. In: Gilbert JK (ed) *Visualization in science education*. Springer, Netherlands, 2005, pp. 299-322.
- RUTTEN, N.; VAN JOOLINGEN, W.R.; VAN DER VEEN, J.T. The learning effects of computer simulations in science education. In: *Computers & Education*, 58, 2012, pp. 136-153.
- SAKA, M. Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Fen Bilgisi Laboratuvarı Uygulamaları ve Lab. Şartlarına İlişkin Görüşleri, V. National Science and Mathematics Education Congress, 16-18 September, Ankara, 2002.
- SCHIFTER, C. Infusing computers into classrooms: Continuous practice improvement. Hershey, PA: IGI Global, 2008.
- SERIN, G. Fen Eğitiminde Laboratuvar, Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, İstanbul, Maltepe University, pp. 403-406, (2002).
- SHI, W.Z. The effect of peer interactions on quantum physics: A study from China. In: *Journal of Baltic Science Education*, 12, 2, 2013, pp. 152-158.
- SHIPLEY, E.; MOHER, T. Instructional framing for nanoscale self-assembly design in middle school: a pilot study. *Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association*, March 24-28, 2008.
- SINGER, S.R.; HILTON, M.L.; SCHWEINGRUBER, H.A. America's Lab Report: Investigations in High School Science. Committee on High School Science Laboratories: Role and Vision, National Research Council, National Academies Press, Washington D.C., 2006, pp. 32-106.

- ŠKODA, J.; DOULÍK, P. Lesk a bída školního chemického experimentu. In: *Bílek, M. (ed.) Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX. 1. část: Původní výzkumné práce, teoretické a odborné studie*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2009, pp. 238-245.
- SMETANA, L.; BELL, R.L. Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. A paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA, 2007.
- STIEFF, M.; WILENSKY, U. Connected Chemistry-Incorporating Interactive Simulations into the Chemistry Classroom. In: *Journal of Science Education and Technology*, 12, 2003, pp. 280-302.
- SUN, K.T.; LIN, Y.C.; YU, C.J. A study on learning effect among different learning styles in a web-based lab of science for elementary school students. In: *Computers & Education*, 50, 4, 2008, pp. 1411-1422.
- TALIB, O.; NAWAWI, M.; ZAH, W.; ALI, W.; MAHMUD, R. Simple Explicit Animation (SEA) Approach in Teaching Organic Chemistry. In: *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 69, 2012, pp. 227-232.
- TALIB, O.; MATTHEWS, R.; SECOMBE, M. Computer-animated instruction and students' conceptual change in electrochemistry: Preliminary qualitative analysis. In: *International Education Journal*, 5, 5, 2005, pp. 29-42.
- TASKER, R.; DALTON, R. Research into practice. Visualization of the molecular world using animations. In: *Chemistry Education Research and Practice*, 7, 2, 2006, pp. 141-159.
- TEO, T. Modelling technology acceptance in education: a study of pre-service teachers. In: *Computers & Education*, 52, 2, 2009, pp. 302-312.
- TOLENTINO, L.; BIRCHFIELD, D.; MEGOWAN-ROMANOWICZ, C.; JOHNSON-GLENBERG, M.C.; KELLIHER, A.; MARTINEZ, C. Teaching and Learning in the Mixed-Reality Science Classroom. In: *Journal of Science Education and Technology*, 18, 2009, pp. 501-517.
- TREY, L.; KHAN, S. How science students can learn about unobservable phenomena using computer-based analogies. In: *Computers & Education*, 51, 2008, pp. 519-529.
- TRUNDLE K.C.; BELL, R.L. The use of a computer simulation to promote conceptual change: A quasi-experimental study. In: *Computers & Education*, 54, 2010, pp. 1078-1088.
- TVERSKY, B.; MORRISON, J.B.; BETRANCOURT, M. Animations: Can it facilitate? In: *International Journal of Human-Computer Studies*, 57, 2002, pp. 247-262.
- VENKATARAMAN, B. Visualization and interactivity in the teaching of chemistry to science and non-science students. In: *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 2009, 62-69.
- VERMAAT, H.; KRAMERS-PALS, H.; SCHANK, P. The use of animations in chemical education. In: *Proceedings of the international convention of the association for educational communications and technology*. Anaheim, CA, 2003, pp. 430-441.
- WILLIAMS, M.; LINN, M.C.; AMMON, P.; GEARHART, M. Learning to teach inquiry science in a technology-based environment: A case study. In: *Journal of Science Education and Technology*, 13, 2, 2004, pp. 189-206.
- WINN, W.; STAHR, F.; SARASON, C.; FRULAND, R.; OPPENHEIMER, P.; LEE, Y. Learning oceanography from a computer simulation compared with direct experience at sea. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 2006, pp. 25-42.
- WOODFIELD, B.F.; ANDRUS, M.B.; ANDERSEN, T.; MILLER, J.; SIMMONS, B.; STANGER, R. The virtual chem lab project: A realistic and sophisticated simulation of organic synthesis and organic qualitative analysis. In: *Journal of Chemical Education*, 82, 11, 2005, pp. 1728-1735.
- WU, H.; KRAJCIK, J.S.; SOLOWAY, E. Promoting understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 2001, pp. 821-842.
- WÜSTENBERG, S.; GREIFF, S.; FUNKE, J. Complex problem solving – more than reasoning? In: *Intelligence*, 40, 1, 2012, pp. 1-14.
- XIE, Q.; LEE, H.S. A visual approach to nanotechnology education. In: *International Journal of Engineering Education*, 28, 5, 2012, pp. 1006-1018.
- XIE, Q.; PALLANT, A. The molecular workbench software: an innovative dynamic modeling tool for nanoscience education. In: *Khine M.S.; Saleh, I.M. (eds) Models and modeling: cognitive tools for scientific enquiry*. Springer, New York, 2011, pp. 121-132.
- XIE, Y.; REIDER, D. Integration of innovative technologies for enhancing students' motivation for science learning and career. In: *Journal of Science Education and Technology*, 23, 3, 2014, pp. 370-380.
- YAMAN, M.; NERDEL, C.; BAYRHUBER, H. The effects of instructional support and learner interests when learning using computer simulations. In: *Computers & Education*, 51, 4, 2008, pp. 1784-1794.
- YANG, K.Y.; HEH, J.S. The impact of internet virtual physics laboratory instruction on the achievement in physics, science process skills and computer attitudes of 10th-grade students. In: *Journal of Science Education and Technology*, 16, 5, 2007, pp. 451-461.
- YEN, J.C.; LEE, C.Y. Exploring problem solving patterns and their impact on learning achievement in a blended learning environment. In: *Computers & Education*, 56, 2011, pp. 138-145.
- YEZIERSKI, E. J. The particulate nature of matter and conceptual change: a cross-age study. Doctoral Dissertation, Arizona State University, USA, 2003.
- ZÁHOREC, J.; HAŠKOVÁ, A.; BÍLEK, M. Impact of multimedia assisted teaching on student attitudes to science subjects. In: *Journal of Baltic Science Education*, 13, 3, 2014, pp. 361-380.
- ZÁHOREC, J.; HAŠKOVÁ, A.; MUNK, M. Impact of Electronic Teaching Materials on Process of Education – Results of an Experiment. In: *Informatics in Education*, 9, 2, 2010, pp. 261-281.

Analysis of the Effectiveness of Teaching Chemistry to a Student with Dysfunctions

Mgr. Wioleta Kopek-Putala

Přírodovědecká fakulta
Department of chemistry
University of Hradec Kralove,
Hradecká 1227, Hradec Kralove,
Czech Republic
kopek.putala@gmail.com

Abstract

School failure and pupils with learning dysfunctions are an integral part of the education system. "Specific learning difficulties" may constitute an obstacle in the proper functioning of students, for example among their classmates, and achieving satisfactory learning outcomes. Detailed study and description of the specifics of work with students with dysfunctions is a big challenge, but it can be the key to their achieving educational success not only within basic school subjects, such as mathematics or Polish language, but also in chemistry.

Introduction

Studies carried out in different countries show that approximately 4% of students show severe dysfunctions, while further 10 – 15% of the students are less disadvantaged in this respect. Therefore, knowledge of the basic facts about the developmental dysfunction and its impact on the difficulties emerging at school seems to be necessary for every teacher. Although the developmental dysfunction, which is the fundamental cognitive disorder, was first described more than a century ago (by a German ophthalmologist D. Berlin in 1887), some of the teachers do not know much about it and most of them typically associate dysfunctions with disorders manifesting themselves only during Polish classes or the difficulties associated with the correct reading and writing [Nodzyńska, 2004].

For several years, in schools in Poland and other European countries there has been a tendency of creating classes in which students without any learning problems learn together with students having diagnosed "specific learning difficulties" by psychological-pedagogical counselling centres, and sometimes even with pupils with a diagnosed mild mental retardation. The number of pupils with learning difficulties has been increasing rapidly in recent years. Since the involvement of the students with disabilities into the learning process often does not translate into the results achieved by them, it can lead to the students' discouragement or frustration. In the interests of the student, the teacher should adjust and diversify the scope of the task content accordingly to the possibility of the student [Galloway, 1998; Kopek-Putala, 2012; Śnieżyński, 1998], as well as customize

the way of work in the classroom [Regulation of the Minister of National Education of 17 November 2010, Kaminska-Ostęp, 2011].

Motivation

As, in Poland, so far global impacts of different methods and techniques of teaching chemistry (including IT) on the performance of students with disorders have not been studied – the main goal of this work is to create (develop and describe) new means and instruments for teaching chemistry and natural sciences to students with disabilities, which are established during the research process. Another goal is to examine the effectiveness of these methods and techniques during chemistry classes.

Aim

The aim of the research is to diagnose how the student's individual disorders affect their specific difficulties in learning chemistry and to develop such teaching techniques and methods as to eliminate these difficulties.

The main aim of the research is to find teaching aids that will help the student get better results in chemistry classes. The results of these studies may help students with similar disabilities or students having milder disorders.

Research area

The research is carried out by the method of individual cases in terms of teaching chemistry in school classes and after-school activities. The method of individual cases consists of "the analysis of individual human fates involved in certain educational situations, or the analysis of specific educational phenomena through the lens of individual biographies of men with a focus on the development of the diagnosis of the case or phenomenon for undertaking therapeutic action" [Pilch, 1995].

The case study is based on the junior high school student and the study continued throughout the whole (3-year) period of the student's learning in school. The author's intent is to try to describe selected and specific events and to develop a way of working with the student having the mentioned difficulties, on the example of chemistry classes.

Research hypothesis

It is believed that a detailed analysis of the problems of the student, selection of appropriate working methods and tools for chemistry class will lead to increased student achievement and thereby contribute to the overall development of methods and tools for working with students in the chemistry class.

It is believed that the appropriate teaching methods and tools in the chemistry class and the rhythm of work tailored to the student's opportunities contribute to:

- raising the level of chemical knowledge and skills of a student,
- eliminating and correcting problems in student learning as well as allowing them to learn chemistry,
- enabling the functioning among the classmates and in everyday life.

The study plan

The student subjected to this research participates in the class carried out by the teacher of chemistry as part of work using educational projects. Work involving educational projects is one of the responsibilities of the student while studying in junior high school, especially in the chemistry or social studies class [core curriculum with comments Volume 4 & 5]. One of the conditions of the completion of junior high school in Poland (next to taking the final exam and good marks on the certificate of completion of education in junior high school) is at least a single participation in the aforementioned educational project whose title is recorded on the certificate of completion of education in junior high school and the student's score sheet.

Teaching chemistry

Chemistry is a subject widely regarded by students as difficult and abstract. It requires the execution of multi-stage actions, not only theoretical but also practical [Nodzyńska & Paško, 2010]. The success in this subject can be dependent on a number of factors that are borrowed from other subjects and used in chemistry. Knowledge and skills used in chemistry classes are often shaped in other subjects:

- analysis of the text or commands, including reading comprehension,
- abstract thinking, creating images,
- calculation skills and other mathematical skills,
- observation and description of events or processes, including experiments,
- distinguishing letters and characters in the text read and written,
- analysis of drawings, pictures, symbols, graphs,
- distinguishing the scope of the meaning of words (observations and conclusions, among others)
- the ability to describe the world around us, for instance based on the physical and mathematical as well as biological rules.

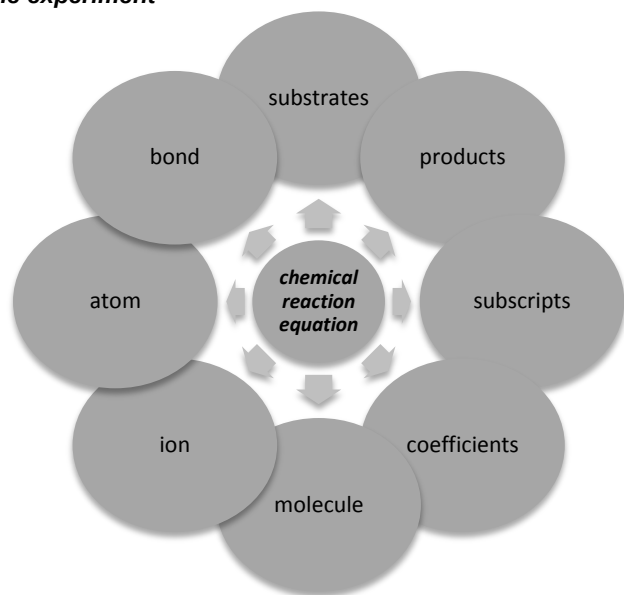
One of the fundamental elements in the teaching and learning of chemistry is the ability to write chemical reactions equations and perform and describe experiments. These elements are so specific in the teaching of this subject that they were selected for the research process.

Research

In this article, the first block of research on teaching issues related to the concept of the equation of a chemical reaction to a student with disabilities will be discussed. The ability to correctly write chemical reaction equations has been a serious problem at all levels of the chemical education for many years [Czupiał, 1990]. These difficulties may be due to either a lack of adequate knowledge or a misunderstanding of the procedures for the exercise of the activity and its successive stages [Szejnberg, 1998]. In studies conducted on this issue in the Department of Chemistry Teaching at the Pedagogical University, the process of writing the equations of chemical reactions and estimating the reaction coefficients was divided into elementary stages. It turned out that at the writing of the equation of a chemical reaction between acids and hydroxides students perform up to 46 different operations [Paško & Haduch 1999; Paško & Haduch 2000]. The study showed that students (and teachers) are not aware of how many operations they need to perform to properly exercise this task. And that is why they run across difficulties when they have to perform mental operations allowing for the writing of the chemical reaction equation on the basis of the possessed knowledge [Nodzyńska & Paško, 2008; Nodzyńska & Paško, 2010].

In the block on terms related to a chemical reaction, 7 various classes were scheduled to be carried out using different work techniques. Planning the study, the ways of the student's work were divided into two groups, tentatively called "traditional" and "modern" (Fig. 1, Tab. 1).

Fig. 1 Terms and chemical issues associated with the concept of "a chemical reaction equation" tested during the experiment



After conducting a block of classes, the effectiveness of teaching and methods used to work with the dysfunctional student were planned to be analyzed.

The "traditional" ways of working involve:

- work with text,
- analysis of the static drawings and diagrams illustrating the model chemical reactions,
- a discussion with elements of a lecture.

The "modern" ways of working involve:

- work with the tasks solved using a computer,
- work with the tasks solved using the interactive whiteboard,
- work with animations depicting model chemical reactions,
- work with a computer program for writing equations of chemical reactions.

Each class was scheduled to be led according to the following scenario:

- Before each class, the student was subjected to a pre-test,
- Upon termination of the test, the relevant class proceeds, in which various content within the concept of a chemical reaction equation was explained in various ways ("traditional and modern"),
- After the relevant part, a post-test was carried out, in which the student solved the tasks and/or answered questions based on the knowledge and skills gained in the various classes.
- As the final part of each class, an evaluation in which the student expressed their opinion on the different classes was planned (Tab. 2).

Ad a) The purpose of the pre-test was to diagnose

knowledge and skills acquired in the course of learning.

Ad b) In the relevant part, student's work with the text prepared by the teacher, which described step by step, for instance the way to solve the equation of a chemical reaction at a specific example, was scheduled in the first class.

At the second class, the student's work with a computer was planned. The tasks to solve were the equation of a chemical reaction with the use of balance scales in which the amount of individual molecules used was visualized in the substrates and products each time. After completing the task, the student was able to additionally play a game based on the exercise of solving sides of the equation of a chemical reaction with the use of weights.

At the third class, the student's work with an interactive whiteboard was scheduled. The tasks to solve involved determination of the quantity of produced products and so-called residues based on the quantity and type of molecules selected in substrates. After completing the task, the student had the opportunity to play the game based on the same premise.

At the fourth class, the student's work with static drawings and models depicting chemical reactions as well as substances with atomic, molecular and ionic structure was scheduled.

At the fifth class, the student's work with moving animations depicting chemical reactions as well as substances with atomic, molecular and ionic structure was scheduled.

At the sixth class, the student's work with information received from a teacher, through the talks with elements of the lecture, who spoke and presented step by step, among others, the way to solve the sides of the equation of a chemical reaction using specific examples, was scheduled.

At the seventh class, a spoken word of the teacher on the way to solve the chemical reaction equation was replaced by a computer program (ChemTutor) teaching solving the sides of the equation of a chemical reaction under the section of salts [Paško & Jyž, 2007].

Ad c) The aim of the post-test was to diagnose the extent to which the student was able to learn the content presented in a given way. The questions used in the post-test were similar to those of the pre-test and the student was asked to solve tasks and/or answer questions based on the knowledge and skills gained in the various classes.

Ad d) In the evaluation part, the student expressed their thoughts in various forms: verbal, numerical and graphical, on the best and least-remembered material, the most interesting and least interesting part of the class,

they assessed their knowledge and skills, as well as their well-being, a lesson and a way of learning. The tested student also created a hierarchy of already held lessons three times, for the first time, after classes 1-3, the second time, after classes 1-5, and the third time, after classes 1-7, according to their preferences.

After carrying out a series of classes, which took place at a frequency of about once a week, at the eighth class, the student was again subjected to a collective post-test on the content of all previous classes. Carrying out the last, that is the third, post-test was planned about two months after the second post-test.

After finishing the first block, the evaluation of carried out activities as well as conducting and analyzing the second block of research on the chemical laboratory were planned.

Conclusions

Within 10 weeks, it was possible to obtain the assumed objectives, all the planned classes were carried out, and for each class, the planned material was implemented. It can therefore be concluded that lesson plans of the prepared classes are accurate and realistic – they can be implemented with the dysfunctional student during normal school classes.

A detailed analysis of student performance as well as their evaluation of the classes will be conducted in the next stage of the research, but it can be said that the student is willing to come to the class and actively participates in them. It can therefore be assumed that the prepared form of the class is attractive for the student and encourages them to learn.

Tab. 1 *Diagram showing the first block of the study*

I BLOCK OF THE STUDY THE EQUATIONS OF CHEMICAL REACTIONS			
TRADITIONAL CLASSES		MODERN CLASSES	
The sequence of classes	The topic carried out in the class	The sequence of classes	The topic carried out in the class
1	Working with a descriptive text	2	Equations and equilibrium – using computer
		3	Equations of chemical reactions (reactants-products and leftovers) – using the interactive whiteboard
4	Static drawing	5	Model animation
6	Teacher's spoken word	7	Computer program to write reaction equations involving the section on salts
8	Evaluation – post-test at the end of the first block of classes		
9	Evaluation – post-test 2 months after the end of the first block of classes		

Tab. 2 *Example of student evaluation*

STUDENT EVALUATION		
Number	Question	Answer
1	In these classes, I liked the most:	
2	In these classes, I liked the least:	
3	I remembered best:	
4	I remembered the least:	
5	Is this way of learning interesting for you:	YES I HAVE NO OPINION NOT
6	The general assessment of the lesson:	😊 😐 😞
7	The assessment of my knowledge after the lesson:	5, 4+, 4, 3+, 3, 2+, 2, 1+, 1
8	The assessment of my mood before the class:	😊 😐 😞
9	The assessment of my mood after the class:	😊 😐 😞
10	Which way of learning is the most interesting for you:	a) Lesson on which I worked with the text b) Lesson on which I worked with the computer c) Lesson on which I worked with an interactive whiteboard

Literature

- CZUPIAŁ, K. *Uwarunkowania osiągnięć przyrodniczych uczniów w polsce w porównaniu z 24 innymi krajami*. Centrum Doskonalenia Nauczycieli w Warszawie, 1990. pp. 36.
- GALLOWAY, CH. *Psychologia uczenia się i nauczania*. T. II Warszawa: PWN, 1998.
- KAMIŃSKA-OSTĘP, A. *Indywidualizacja w nauczaniu chemii - wyzwaniem dla nauczycieli?* IN: Metody motywacyjne w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych Zakład chemii i dydaktyki chemii Uniwersytet Pedagogiczny im KEN w Krakowie, Kraków, 2011. pp. 25-28. ISBN 978-83-7271-696-5
- KOPEK-PUTAŁA, W. *Praca z uczniem posiadającym trudności w nauce – refleksje nauczyciela*. IN: Research In Didactics Of Chemistry red. Cieśla P., Nodzyńska M., Stawoska I. Kraków, 2012. pp. 87-91. ISBN 978-83-7271-766-5
- NODZYŃSKA, M. *Chemia dla dyslektyków*. IN: Edukacja i Dialog. Warszawa, 2004. pp. 52 – 57.
- NODZYŃSKA, M., PAŠKO, J.R. *Badania stopnia trudności wykonywanych operacji umysłowych na przykładzie równań reakcji otrzymywania soli*. IN: Current Trends In Chemical Curricula, Praga, 2008. pp. 67-72. ISBN 978-80-86561-60-8
- NODZYŃSKA, M., PAŠKO, J.R. *Automonitorowanie (przez uczniów) czynności umysłowych niezbędnych do uzgodnienia równania reakcji* IN: *Chemické Rozhl'ady*. 2010, NR 5, Bratislava pp. 115 – 122. ISSN 1335-8391
- PAŠKO, J.R., HADUCH, I. *Trudności w uzgadnianiu współczynników reakcji chemicznych wśród i uczniów szkół podstawowych* IN: Polska Chemia W Unii Europejskiej: VII Konferencja Dydaktyki Chemii, 4-8 Czerwca 1999, Kiekrz K. Poznań. Poznań: Ośrodek Wydawnictw Naukowych, 1999. - pp. 308-309.
- PAŠKO, J.R., HADUCH, I. *Badania stopnia trudności wykonywanych operacji umysłowych na przykładzie równań reakcji otrzymywania soli* IN: Aktualne Problemy Edukacji Chemicznej, Opole: Uniwersytet Opolski, Instytut Chemii, Zakład Dydaktyki Chemii, 2000 pp.152-155;
- PAŠKO, J. R., JYŽ, D. *Interaktywny program do nauki pisania równań reakcji chemicznych* IN: Komputer w edukacji : 17. Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe, red. Morbitzer, J. Kraków: Wydawnictwo Naukowe AP, 2007 pp. 182-187. ISBN 978-83-7271-440-4
- PILCH, T. *Zasady badań pedagogicznych*. Wyd. Żak, Warszawa, 1995.
- Podstawa programowa z komentarzami Tom 4 i 5 https://archiwum.men.gov.pl/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=230&Itemid=290
- Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 17 listopada 2010 roku, w sprawie warunków organizowania kształcenia, wychowywania i opieki dla dzieci i młodzieży niepełnosprawnych oraz niedostosowanych społecznie w specjalnych przedszkolach, szkołach i oddziałach oraz w ośrodkach. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20102281489>
- SZTEJNBERG, A. *Elementarna analiza czynności i jej zastosowanie w procesie tworzenia wzorów związków chemicznych*. IN: Materiały Międzynarodowego Seminarium Problemów Dydaktyki Chemii, Opole 1998.
- ŚNIEŻYŃSKI, M. *Zarys dydaktyki dialogu*. Wyd. Naukowe PAT, Kraków, 1998.

KRÁTKÉ SPRÁVY O PREBIEHAJÚCICH VÝSKUMOCH

CHÉMIA

Školské počítačové meracie systémy vo vyučovaní chémie na základnej škole

Mgr. Vladimír Gašparík

Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie
a pedagogiky
Prírodovedecká fakulta
Univerzity Komenského v Bratislave,
Mlynská dolina, Bratislava, Slovenská republika
gasparik@fns.uniba.sk

Abstract

The introduction of this article deals with the need of using probeware and handhelds in chemistry teaching according to research results coming from realized school activities with probeware and handhelds. The article further summarizes findings which were evident from questionnaire and participative observation of performed experiments during the school year 2013/2014.

Úvod

Moderná chémia je postavená na kvantitatívnych experimentoch, v ktorých sa dáta získavajú meraním veličín

pomocou meracích prístrojov. Ak chceme žiakom na vyučovaní priblížiť reálnu, modernú chémiu, nesmieme na hodinách chémie opomenúť tento typ experimentov so školskými počítačovými meracími systémami (Stratílová-Urváľková, Šmejkal, 2009).

Kvantitatívne experimenty majú vysokú hodnotu aj z didaktického hľadiska. Majú potenciál rozvíjať schopnosť vyhodnocovať namerané dáta, interpretovať grafické údaje, umožňujú hlbšie prenikanie do podstaty javov, rozvíjajú exaktnosť a medzipredmetové vzťahy.

Kvantitatívne experimenty s tradičnými pomôckami však pre svoju náročnosť a zdĺhavosť nie sú obľúbené ani medzi žiakmi, ani medzi učiteľmi (Tóthová, Prokša, 2002).

Riešením môže byť realizácia kvantitatívnych experimentov pomocou školských počítačových meracích systémov. Prostredie, v ktorom sa uskutočňujú prírodovedné experimenty s využitím školských počítačových meracích systémov, môžeme nazvať počítačom podporovaným laboratóriom. Týmto pojmom môžeme označiť experiment, kde sa počítač podieľa na zbere, spracovaní a zobrazovaní nameraných dát.

Školské počítačové meracie systémy poskytujú možnosť pomerne rýchleho získavania experimentálnych dát, ich jednoduché a rýchle spracovanie, a tým umožňujú, aby zvyšný čas vo vyučovaní mohol byť venovaný interpretácii a zdôvodneniu získaných experimentálnych výsledkov [3].

Podľa výsledkov výskumov, môžu byť počítačom podporované experimenty nástrojom pri rozvíjaní abstraktného myslenia (Hamne, Bernhard, 2001). Okamžitá odozva v podobe tvoriaceho sa grafu je prínosná pre pochopenie podstaty prírodného javu alebo procesu (Brassel, 1987). Grafický výstup experimentu zároveň iniciuje diskusiu medzi študentmi a tým podporuje rozvoj ich schopností komunikácie v oblasti interpretácie a zdôvodnenia získaných experimentálnych dát (Newton, 1997 podľa Skoršepa, Šmejkal, 2012).

Výskumy ukazujú aj to, že len jednoduché použitie novej technológie nemusí znamenať efektívnejšie učenie. Keď bolo použité počítačom podporované laboratórium len ako technologický nástroj, neboli dosiahnuté výrazne lepšie výsledky. Ak sa však použije ako technologický a zároveň ako kognitívny nástroj, dosiahnu sa v učení lepšie výsledky (Bernhard, 2003 podľa Skoršepa, Šmejkal, 2012). Súčasným trendom v didaktike prírodovedných predmetov je presadzovanie konštruktivistických, na žiaka orientovaných prístupov k vyučovaniu. Je to reakcia na nespokojnosť s výsledkami a súčasným stavom prírodovedného vzdelávania. Jedným z takýchto prístupov je i výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania. Využitím počítačových meracích systémov vo výskumne ladenej koncepcii vyučovania sa zaoberá viacero autorov (Skoršepa a kol., 2013, Bílek, Hrubý, 2012, Braniša, Jenisová, Jomová, 2012).

Objavenie vhodného edukačného nástroja ešte nezaručuje jeho vhodnú aplikáciu v školskej praxi. Jednou z prekážok je medzi inými i nedostatočné povedomie učiteľov o potenciále a vhodnom spôsobe využitia toho nástroja a tiež nedostatok podporných materiálov (sady experimentov vhodne zapracovaných do kurikula, me-

todické materiály, pracovné listy a pod.). Na to zareagovali aj kolegovia z Čiech a Slovenska, ktorí sa zapojili do medzinárodného projektu COMBLAB (Skoršepa, Šmejkal, 2012), ktorého zámerom je spomínanú prekážku odstrániť. V podobnom duchu bola vypracovaná aj dizertačná práca Stratilovej Urváľkovej (2013).

Cieľ, úlohy, metódy a výskumná vzorka

Spomínaný projekt i dizertačná práca sa zamerali na stredné školy. Oblasť základnej školy tak ostala na Slovensku nepokrytá. Svoju dizertačnú prácu preto zameriavam práve na základnú školu. V súlade s vyššie spomenutým, bude jej cieľom vypracovať sadu počítačom podporovaných experimentov vedených výskumne ladenou koncepciou vzdelávania vhodne zakomponovaných do učiva chémie na ZŠ a vypracovať metodický materiál pre ich vhodnú realizáciu.

Počítačom podporované experimenty navrhujeme pre nasledovné témy:

- Vodivosť vodných roztokov
- Chemické reakcie
- Exotermické a endotermické reakcie a deje
- Kyseliny a zásady a pH stupnica a neutralizácia
- Kyselinotvorné a hydroxidotvorné oxidy, kyslé dažde
- Dýchanie a fotosyntéza

Pre splnenie cieľa je potrebné splniť nasledovné úlohy:

- a) Identifikácia podmienok, za ktorých môžu byť experimenty vhodne využité vo vyučovaní. Túto úlohu chceme naplniť využitím kvalitatívnej analýzy videonahrávok vyučovacích hodín a poznámok z účastníckeho pozorovania metódou zakotvenej teórie. Ďalej analýzou výsledkov testov s dvojúrovňovými konceptuálnymi úlohami a komplexnými úlohami. Testy budú žiakom zadávané po prebratí určitého tematického celku prostredníctvom počítačom podporovaných experimentov.
- b) Zistiť vplyv navrhovaných experimentov na úroveň poznávacej motivácie žiakov a zistiť názory, postoje na rôzne aspekty experimentovania. Úlohu chceme splniť dotazníkovou metódou a využitím metódy sémantického diferenciálu. Dotazník bol žiakom administrovaný na začiatku a na konci školského roka, počas ktorého boli realizované počítačom podporované experimenty. Dotazník na začiatku školského roka je zameraný na zistenie úrovne poznávacej motivácie žiakov vo vzťahu k učeniu sa chémie (podľa Hrabala, 1988). Aby sme zistili, či v priebehu daného školského roka došlo u žiakov k zvýšeniu poznávacej motivácie, dotazník na konci

školského roka opäť zisťuje úroveň poznávacej motivácie. Pre identifikáciu aspektov, ktoré sa podieľali na prípadnej zmene poznávacej motivácie, obsahuje dotazník na konci školského roka tiež položky, v ktorých sa mali žiaci prostredníctvom Likertovej škály (rozhodne súhlasím, súhlasím, neviem, nesúhlasím, rozhodne nesúhlasím) vyjadriť, nakoľko sa im páčia rôzne aspekty vyučovania, s ktorými sa stretli vo vyučovaní chémie v danom školskom roku. Konkrétne ide o tieto položky:

1. Páčilo sa mi, ako učiteľ chémie vysvetľoval nové učivo.
2. Páčilo sa mi, keď učiteľ chémie kládol otázky a riadil následnú diskusiu.
3. Páčilo sa mi, keď učiteľ chémie používal powerpointové prezentácie.
4. Páčili sa mi chemické pokusy, pri ktorých sa nepoužívali žiadne senzory na meranie.
5. Páčili sa mi chemické pokusy, pri ktorých sa používali aj senzory na meranie, ale robili sa iba na učiteľskom stole.
6. Páčili sa mi chemické pokusy, pri ktorých sa používali aj senzory na meranie a robili sme ich na svojich laviciach.

7. Učiteľ chémie je môj obľúbený učiteľ.

Dotazník na konci školského roka ďalej obsahoval výskumný nástroj ATER (metóda sémantického diferenciatu).

Výskum bol uskutočnený v priebehu školského roka 2013/2014 na jednej základnej škole v Bratislave. Zúčastnilo sa ho po jednej triede zo 7., 8. a 9. ročníka. V 7. ročníku bolo 19 žiakov, v 8. ročníku 25 žiakov a v 9. ročníku 22 žiakov.

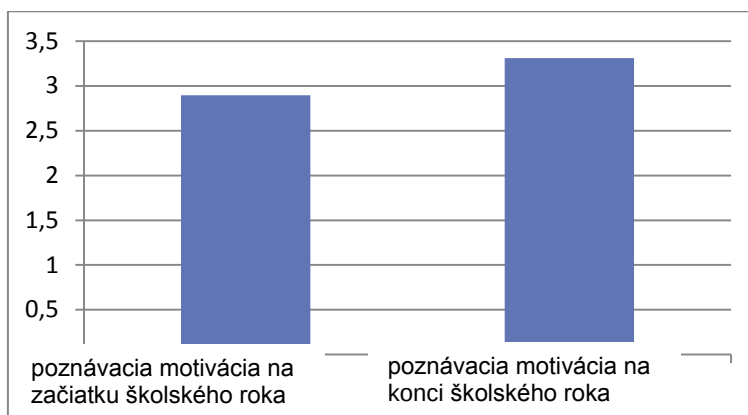
Výsledky

Z výsledkov dotazníka zameraného na úroveň poznávacej motivácie žiakov vo vzťahu k učeniu sa chémie na začiatku a na konci školského roka, sme zaznamenali zvýšenie poznávacej motivácie v 7., 8. aj 9. ročníku (grafy 1, 2 a 3).

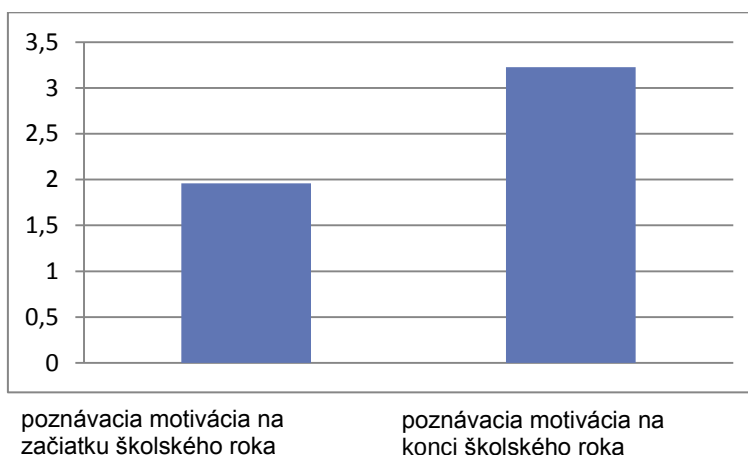
Vo všetkých troch ročníkoch bol zistený štatisticky významný nárast úrovne poznávacej motivácie počas daného školského roka.

Výsledky z ďalšej časti dotazníka, ktorá zisťovala obľúbenosť rôznych aspektov vyučovania, s ktorými sa žiaci stretli vo vyučovaní chémie v danom školskom roku, zobrazujú grafy 4, 5 a 6.

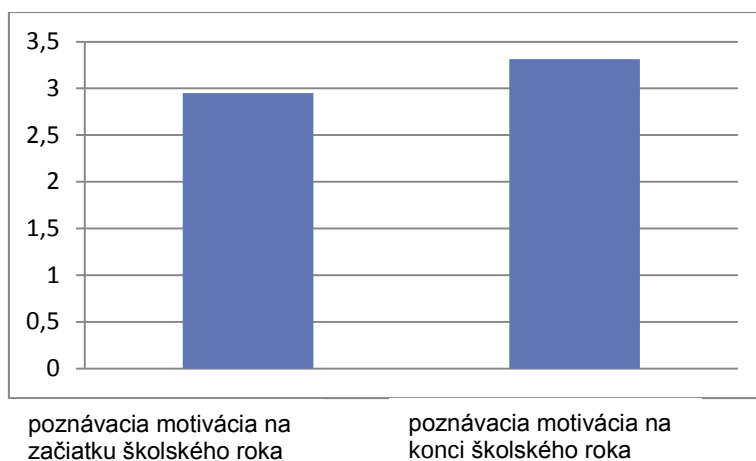
Graf 1 **Zmena úrovne poznávacej motivácie u žiakov 7. ročníka**



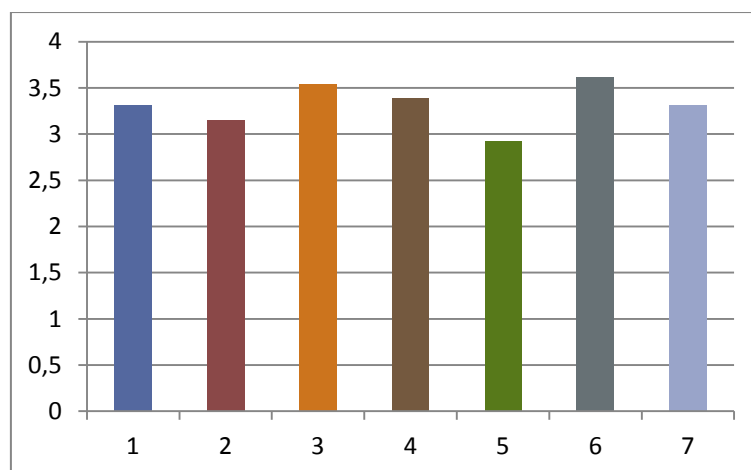
Graf 2 **Zmena úrovne poznávacej motivácie u žiakov 8. ročníka**



Graf 3 **Zmena úrovně poznávací motivácie u žiakov 9. ročníka**

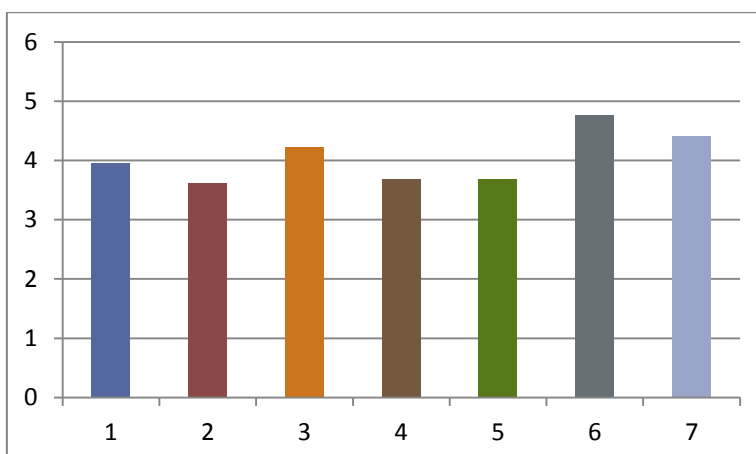


Graf 4 **Oblíbenost' různých aspektov vyučovacího procesu na hodinách chémie v 7. ročníku**



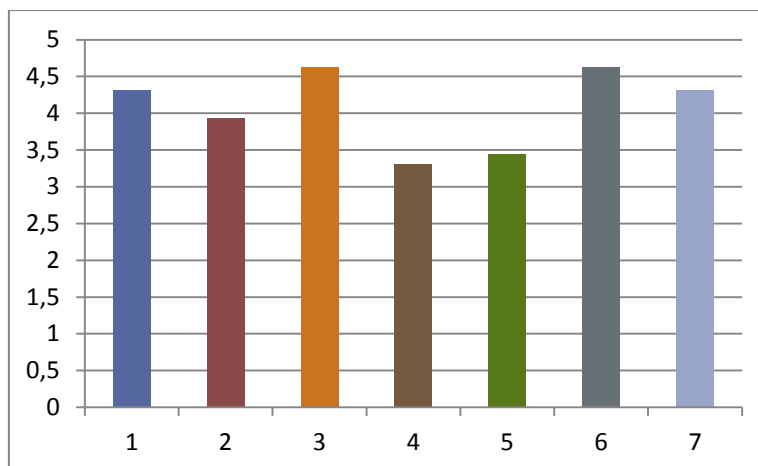
(1 – vysvetľovanie učiva, 2 – vedenie diskusie, 3 – ppt prezentácie, 4 – pokusy bez senzorov, 5 – demonštračné pokusy so senzormi, 6 – žiacke pokusy so senzormi, 7 – osobnosť učiteľa)

Graf 5 **Oblíbenost' různých aspektov vyučovacího procesu na hodinách chémie v 8. ročníku**



(1 – vysvetľovanie učiva, 2 – vedenie diskusie, 3 – ppt prezentácie, 4 – pokusy bez senzorov, 5 – demonštračné pokusy so senzormi, 6 – žiacke pokusy so senzormi, 7 – osobnosť učiteľa)

Graf 6 **Oblúbenosť rôznych aspektov vyučovacieho procesu na hodinách chémie v 9. ročníku**



(1 – vysvetľovanie učiva, 2 – vedenie diskusie, 3 – ppt prezentácie, 4 – pokusy bez senzorov, 5 – demonštračné pokusy so senzormi, 6 – žiacke pokusy so senzormi, 7 – osobnosť učiteľa)

Z výsledkov vyplýva, že najobľúbenejšou činnosťou žiakov na hodine boli žiacke počítačom podporované experimenty a to vo všetkých troch ročníkoch. V 9. ročníku bolo rovnako obľúbené tiež používanie PowerPointových prezentácií učiteľom. Demonštračné počítačom podporované experimenty patrili medzi najmenej obľúbené činnosti na hodinách chémie. Nemožno však povedať, že by demonštračné počítačom podporované experimenty boli u žiakov vyslovene neobľúbené, pretože vo všetkých siedmich položkách tejto časti dotazníka žiaci najčastejšie uvádzali na Likertovej škále možnosť „neviem“ a druhá najčastejšie uvádzaná možnosť bola „súhlasím“. Výsledky budú predmetom ďalšieho štatistického spracovania, kde sa pokúsime zistiť, či existuje vzťah a jeho silu medzi obľúbenosťou počítačom podporovaných experimentov a zisteným nárastom poznávacej motivácie žiakov vo vzťahu k učeniu sa chémie.

Ďalšou časťou dotazníka bol výskumný nástroj ATER (metóda sémantického diferenciatu). Ukázalo sa, že tento nástroj nie je pre žiakov základnej školy celkom zrozumiteľný alebo je príliš náročný. Pre budúce použite bude potrebné ho zjednodušiť a upraviť.

Z kvalitatívnej analýzy videonahrávok vyučovacích hodín vyplývajú pre učiteľa nasledovné zásady, ktoré by mal dodržať v záujme vytvorenia vhodných podmienok pre počítačom podporované experimentovanie výskumne ladenou koncepciou vzdelávania:

- Na začiatku prvej hodiny vedenej výskumne ladenou koncepciou vzdelávania by mal učiteľ vysvetliť pravidlá diskusie a následne dohliadať na ich dodržiavanie,

- Pred ani po pokuse nemajú byť prítomné na pracovných stoloch laboratórne pomôcky a technika,
- Učiteľ kontroluje pripravenosť žiakov na každú hodinu (vrátane poznámok) aj v prípade, že je experimentálna činnosť rozdelená do niekoľkých vyučovacích hodín,
- V diskusiách pred aj po pokuse je potrebné uvažovať pokiaľ možno čo najjednoduchšie,
- Organizovať najviac dvojčlenné pracovné skupiny,
- Vyhýbať sa dlhšiemu monológovi učiteľa,
- Zaradiť pokusy spoľahlivé aj u menej zručných experimentátorov,
- Využívať pracovné listy – skráti to čas na písanie poznámok,
- Nesnažiť sa za každú cenu dokončiť diskusiu a formulovať záver do konca vyučovacej hodiny. Ak sú žiaci po experimente unavení a málo sústredení, je lepšie dokončiť diskusiu na ďalšej hodine.

Záver

Počítačom podporované reálne experimenty majú vysokú didaktickú hodnotu a veľký motivačný účinok. Je preto potrebné už na základnej škole aplikovať tieto experimenty, a tak rozvíjať u žiakov pozitívny vzťah k chémii a prírodným vedám a priblížiť im spôsoby vedeckej práce popri súčasnom napĺňaní vzdelávacích cieľov. Reálne počítačom podporované laboratórium a výskumne ladená koncepcia vzdelávania umožňujú tieto ciele napĺňať, preto je potrebné ďalej vyvíjať vhodné didaktické materiály pre učiteľa, ktoré umožnia takto koncipované experimenty realizovať v školskej praxi.

Literatúra

BÍLEK, M., HRUBÝ, J. 2012. Počítačom podporovaný školní chemický experiment jako prostředek badatelsky orientované výuky. In *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied* : Zborník z medzinárodnej konferencie, Smolenice 15. – 17. október 2012. Trnava : Pedagogická fakulta, Trnavská univerzita v Trnave, 2012. ISBN: 978-80-8082-541-6, s. 1-7.

BRANIŠA, J., JENISOVÁ, Z., JOMOVÁ, K. 2012. Využitie digitálnych technológií pri stanovení prírodných farbív. In *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied* : Zborník z medzinárodnej konferencie, Smolenice 15. – 17. október 2012. Trnava : Pedagogická fakulta, Trnavská univerzita v Trnave, 2012. ISBN: 978-80-8082-541-6, s. 189-194.

BRASSEL, H. 1987. The effect of real-time graphing on learning graphic representations of distance and velocity. In *Journal of Research of Science Teaching*. 1987, vol. 24, no. 2, s. 385-395.

HAMNE, P., BERNHARD, J. 2001. Educating pre-service teachers using hands-on and microcomputer based labs as tools for concept substitution. In *Physics Teacher Education Beyond 2000*. Paris : Elsevier, 2001, p. 663-666.

SKORŠEPA, M., ŠMEJKAL, P. 2012. Rozvoj kompetencií študentov a učiteľov prostredníctvom reálnych počítačom podporovaných experimentov vo vyučovaní prírodných vied. In *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied* : Zborník

z medzinárodnej konferencie, Smolenice 15. – 17. október 2012. Trnava : Pedagogická fakulta, Trnavská univerzita v Trnave, 2012. ISBN: 978-80-8082-541-6, s. 256-262.

SKORŠEPA, M., TORTOSA, M., WOLDRON-URBAN, H., STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E., ŠMEJKAL, P. 2013. Implementácií aktivít do vyučovania v počítačom podporovanom laboratóriu na stredných školách. In *Súčasnosc' a perspektívy didaktiky chémie III* : Zborník z medzinárodnej konferencie, Donovaly 29. – 31. 5. 2013. Banská Bystrica : Fakulta prírodných vied UMB. ISBN: 978-80-5570-546-0, s. 78 – 83.

STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E. 2013. *Počítačom podporované experimenty ve výuce chémie na střední škole*. Dizertačná práca, Praha : Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2013.

STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E., ŠMEJKAL, P. 2009. Tři oříšky pro učitele chemie 2009. Laboratorní cvičení s využitím měřicích přístrojů. In *Počítač ve škole 2009. Sborník příspěvků*. Nové Město na Moravě : Gymnázium Vincence Makovského se sportovními třídami, Nové Město na Moravě, ISBN: 978-80-254-3995-1.

TÓTHOVÁ, A., PROKŠA, M. Didaktické možnosti kvantitatívnych chemických experimentov. In *Aktuální otázky výuky chemie XII*. ISBN 80-7041-437-5, Univerzita Hradec Králové : Gaudeamus, 2002, s. 239-242.

KRÁTKÉ SPRÁVY O PREBIEHAJÚCICH VÝSKUMOCH

CHÉMIA

Implementácia mobilných zariadení do vyučovania: Prípadové štúdie

Mgr. Martin Šponiar

doc. RNDr. Beáta Brestenská, PhD.

Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky
Prírodovedecká fakulta
Univerzita Komenského
Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4
Slovenská republika
sponiar@fns.uniba.sk
brestenska@fns.uniba.sk

Abstract

The issue of implementation of mobile devices into education is a current topic at lower and higher secondary schools in Slovakia. The project Škola na dotyk (School in touch) brings new challenges to teachers and pupils not only in terms of organization and forms of teaching, but also in terms of methodology and effectiveness of teaching. In our research we put focus on innovative schools that introduced mobile devices before starting the project mentioned and we examined the work of teachers and pupils from different aspects, and also conducted an internal and inter-comparison of the analyzed schools.

Úvod

Tablet nie je len zariadením, ktoré mení v ostatných rokoch komunikáciu a prácu s digitálnym obsahom v mnohých oblastiach, ale, ako sa aj v súčasnosti ukazu-

je, má veľmi praktické využitie ako nástroj vzdelávania. Dokáže plnohodnotne nahradiť printové učebnice či poznámkové zošity a ponúka neustále narastajúce portfólio aplikácií určených pre vzdelávanie všetkých úrovní. Zvyšuje mobilitu, interakciu, angažovanosť a spoluprácu (Henderson, Yeoff, 2012), (Agostini, Di Blase, Loregian, 2010), (Uzunboyu, Ozdamli, 2011). Jeho ovládanie je veľmi jednoduché a svoje využitie nachádza aj v špeciálnom vzdelávaní (Valstad, 2010). Vzdelávanie spôsobom 1:1, čiže mobilné zariadenie pre každého študenta (Brdička, 2011), smeruje v súčasnosti k maximálnemu implementovaniu najmodernejších digitálnych technológií do vzdelávania.

Výskumy a prípadové štúdie uskutočnené v zahraničí sa zameriavajú na rôzne aspekty využitia tabletu na vyučovaní. Na žiaka a učiteľa ako cieľových užívateľov (Ozdamli, Cavus, 2011) (Motiwalla, 2007), zmeny vyučovacieho prostredia, cez metódy a formy vyučovania (Henderson, Sarah; Yeoff, Jeff, 2012) (Culén, Gasparini, 2011) (Valstad, 2010), po identifikáciu a implementáciu dostupných vzdelávacích aplikácií (Valstad, 2010) (Rossing, et. al., 2012), ale aj riziká spojené s rozptýlením pozornosti žiaka a znižovanie úrovne kvality vzdelávania spojené s prehnaným, či nesprávnym používaním digitálnych technológií (Farris-Berg, 2005). Skúsenosti zo škôl v zahraničí však ukazujú, že od momentu ako žiaci dostanú tablet, prejavujú záujem o učenie vo väčšej miere ako pred ich používaním (Brdička, 2011), pričom veľkú úlohu všeobecne pri zavádzaní a používaní nových technológií vo vzdelávaní zohrávajú práve učitelia (Culén, Gasparini, 2011).

Implementácia tabletov do vyučovania na Slovenských školách je fenoménom ostatných štyroch rokov. Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu v spolupráci s Ministerstvom financií spustilo projekt Elektronizácia vzdelávacieho systému regionálneho školstva (OPIS-2013/1.1/70-NP), kde v spolupráci súkromným sektorom vznikol projekt Škola na dotyk

(<http://www.skolanadotyk.sk/o-projekte.html>),

vďaka ktorému sú základné a stredné školy v rozmedzí rokov 2013-2015 vybavované 22 000 tabletmi a 500 interaktívnymi tabuľkami.

V našom výskume sme sa špeciálne zamerali na inovatívne školy, ktoré implementovali mobilné zariadenia do vyučovania pred spustením projektu Škola na dotyk. Do pilotného testovania (od roku 2011) sa zapojili štyri školy: cirkevné spojené školy v Banskej Štiavnici a v Bratislave, súkromné gymnázium v Poprade a súkromná základná škola v Humennom (Mravčák, 2013). Všetky uvedené školy sme oslovili s požiadavkou na spoluprácu, pričom sa nám nepodarilo na Spojenej škole Vincenta de Paul v Bratislave dospieť k dohode a realizovať na pôde školy výskum. Na Spojenej katolíckej škole sv. Františka Assiského v Banskej Štiavnici je projekt v štádiu prípravy realizácie výskumu a s vedením školy komunikujeme o vhodných termínoch. V predloženom

článku preto prezentujeme výsledky výskumu zo Súkromného bilingválneho gymnázia Epocha v Poprade a zo Súkromnej základnej školy Dargovských hrdinov v Humennom.

Cieľ výskumu

- Spracovať prípadové štúdie škôl, ktoré zaviedli do svojho vzdelávania tablet ako nástroj vyučovania pred projektom Škola na dotyk
- Analýza aspektov práce učiteľa a žiaka (práca učiteľa a študenta s digitálnym obsahom, riadenie poznávacieho procesu, aktívna a tvorivá práca študenta, kontrola a hodnotenie, domáca príprava žiakov, a i.)
- Vykonať vnútorné a vzájomné porovnanie škôl.

Metódy a nástroje zberu dát

- Vytvorenie zvukového záznamu pološtruktúrovaného rozhovoru s:
 - Riaditeľmi škôl
 - Najaktívnejšími učiteľmi (rôznych aprobácií)
 - Skupinou žiakov
 - Náhodne vybranými dvojicami žiakov (zástupcovia triedy)
 - Prepis zvukového záznamu
- Zvukový záznam z vyučovania
 - Prepis zvukového záznamu
- Štruktúrovaný hospitačný záznam
- Pozorovanie žiakov v čase medzi vyučovaním
- Analýza a interpretácia zozbieraných informácií

Výsledky výskumu

Vzhľadom na množstvo zozbieraných dát uvádzame v tabuľke 1 vzájomné porovnanie analyzovaných škôl vo vybraných oblastiach. Konkrétne porovnanie koncepcie implementácie mobilných zariadení do vzdelávania, porovnanie zapojenia učiteľov do projektu v rámci školy, iniciátorov projektu na škole, napojenie školy na prax v zahraničí, ako aj zapojenie škôl do prebiehajúceho projektu Škola na dotyk.

Tab. 1 **Vzájomné porovnanie analyzovaných škôl vo vybraných oblastiach**

Súkromné bilingválne gymnázium Epocha, Rovná, Poprad	Súkromná ZŠ Dargovských hrdinov, Humenné
Koncepcia vzdelávania 1:1	Škola má mobilnú tabletovú učebňu
Zapojenie všetkých učiteľov školy	Zapojenie aktívnej skupiny učiteľov
Projekt vznikol z iniciatívy žiakov	Projekt vznikol z iniciatívy učiteľov
Slabé (žiadne) napojenie na prax v zahraničí	Silné napojenie na prax v zahraničí (ČR, UK, D)
Obe školy zapojené do Projektu Škola na dotyk, pričom na oboch bude prebiehať výučba na oboch platformách (Android, iOS). Obe školy porovnávajú a analyzujú obe platformy vo vzdelávaní	

Na obrázkoch 1., 2., a 3. uvádzame typické situácie z tried, v ktorých prebieha výučba s podporou mobilných zariadení. Ide o žiakov 5. ročníka Súkromnej základnej školy Dargovských hrdinov v Humennom.

Obr. 1 Asistencia učiteľky žiačke pri práci vo výučbovom softvéri



Obr. 2 Samostatná práca žiakov s mobilným zariadením



Obr. 3 Skupinová práca žiakov



Z analýzy pološtrukturovaných rozhovorov s učiteľmi, ale aj žiakmi, vyplýva obojstranná zhoda, že tablet je žiakmi vnímaný ako plnohodnotný pracovný nástroj už po 3-4 mesiacoch aktívneho používania na vyučovaní. Žiaci za uvedený čas nadobudnú potrebné zručnosti pre prácu s mobilným zariadením, čím je v konečnom dô-

sledku potláčaný aj faktor rozptýlenia pozornosti. Z vnútorného porovnania v rámci Súkromného Gymnázia EPOCH v Poprade vyplynula skutočnosť, že žiaci štvrtého ročníka, ktorí počas celého štúdia aktívne používali tablety, majú podstatne rozdielne vnímanie uvedeného nástroja ako žiaci piateho ročníka, ktorí pracujú s mobilnými zariadeniami ostatný rok. Žiaci piateho ročníka vnímajú mobilné zariadenie na vyučovaní skôr ako neprirodený prvok a uprednostňujú tradičné nástroje ako učebnica, zošit alebo notebook. Žiaci štvrtého ročníka naopak vnímajú tablet na vyučovaní ako ekvivalentný nástroj.

Dostupnosť a kvalitu digitálneho obsahu, ktorý je možné využiť aj v rámci práce s tabletmi na vyučovaní, považujú učitelia na oboch školách za dostatočnú a podmieniajú ho najmä súladom so ŠVP a ŠkVP. Nevnímajú teda potrebu vytvárania ďalšieho digitálneho obsahu určeného špeciálne pre uvedené zariadenia. Chýbajú im však kvalitné metodické podklady a modely hodín.

Na oboch školách sme sa stretli s názormi učiteľov i vedenia, že mobilné vzdelávanie má zmysel iba v prípade, že smeruje ku koncepcii 1:1, to zn. každý žiak má mobilné zariadenie pre prácu v škole i doma. Na základe analýzy oboch škôl v oblasti praktickej implementácie mobilných zariadení do vyučovania sme sformulovali ideálny model (Obr. 4), ktorý graficky znázorňuje postupnosť krokov vedúcich k efektívnemu implementovaniu mobilných zariadení do vyučovania.

Obr. 4 Návrh ideálneho modelu implementácie mobilných zariadení do vzdelávacieho procesu



Kvalitná infraštruktúra, to znamená pokrytie školy vysokorychlostným wi-fi pripojením, schopným obslúžiť veľké množstvo mobilných zariadení v triede je kľúčové. To bol napr. hlavný dôvod prečo sa vedenie súkromného bilingválneho gymnázia EPOCH v Poprade rozhodlo presťahovať z príľahlej obce Spišská Teplica do centra. Rovnako oddelenie distribúcie tabletov učiteľom a žiakom považujeme za kľúčové, pričom distribúciou tabletov žiakom musí predchádzať kvalitná metodická príprava učiteľov na prácu s mobilnými zariadeniami.

Súbežná distribúcia tabletov učiteľom aj žiakom a až nadväzná, resp. nekvalitná praktická a metodická príprava učiteľov, predisponuje projekt k otáznemu výsledku.

Mobilné zariadenia vo vyučovaní prírodovedných predmetov

Ako sa ostatné roky ukazuje, sú mobilné zariadenia vhodné aj pre vyučovanie prírodovedných predmetov, kde je možné ich využiť prakticky aj mimo prostredia triedy. V teréne slúžia ako nástroj pre zber, analýzu a interpretáciu dát a rovnako aj v laboratóriu plnia funkciu interface pre meracie zariadenia. Napriek viacerým rokom praxe využívania mobilných zariadení na oboch školách sme nepotvrdili zvýšené tendencie implementácie do vyučovania prírodovedných predmetov.

Výzvy pre našu prácu vyplývajúce z prípadových štúdií:

- Spracovanie prípadovej štúdie aj na pôde Spojenej katolíckej školy sv. Františka Assiského v Banskej Štiavnici a zapracovanie výstupu do výsledného porovnania.
- Nezameriavať sa na tvorbu a spracovanie digitálneho obsahu (učebnice), ale na metodiky, návrhy modelových hodín a ich overenie vo vyučovaní s podporou mobilných zariadení.
- Aktualizácia sylabu predmetov IKT 2 a Didaktický softvér vo vyučovaní prírodovedných predmetov a príprava budúcich učiteľov v práci s mobilnými zariadeniami na vyučovaní na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave.

Záver

Analýza oboch škôl ukazuje, že aj po viacerých rokoch úspešnej implementácie na oboch školách, aktívneho zapojenia učiteľov aj žiakov a po prekonaní množstva technických, ale aj vzdelávacích problémov, sú obe školy stále v procese implementácie a smerujú ku koncepcii 1:1. Súkromné bilingválne gymnázium Epoque v Poprade a Súkromná základná škola Dargovských hrdinov v Humennom môžu byť pre školy, ktoré sa len nedávno rozhodli do vyučovania implementovať mobilné zariadenia inšpiráciou, ale aj zdrojom informácií. Z prípadových štúdií, ktoré sme doteraz na oboch školách vykonali vyplývajú pre našu prácu viaceré výzvy. Medzi inými aj posun zamerania práce od spracovania digitálneho obsahu smerom k metodike vzdelávania spomocou mobilných zariadení, ale aj k príprave mode-

lových hodín. Rozhodli sme sa preto aktualizovať prípravu učiteľov na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského, čomu bude slúžiť aj novo otvorené vzdelávacie centrum Inkubátor inovatívnych učiteľov Microsoft, ktorý si práve kladie za cieľ pripravovať budúcich učiteľov na prácu s tabletmi s aplikáciou do prírodovedného vzdelávania.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol vďaka podpore grantu UK/180/2014 a grantu KEGA 035UK-4/2012.

Literatúra

- OZDAMLI, F. CAVUS, N. *Basic elements and characteristics of mobile learning*. 2011. 28, s.l. : Procedia, 2011, Procedia - Social and Behavioral Sciences, s. 937–942. ISSN: 1877-0428.
- BRDIČKA, B. 2011. *Nástup tabletů je definitivním vítězstvím 1:1*. s.l. : Metodický portál, 14. 3 2011. ISSN 1802-4785.
- FARRIS-BERG, K. Tech-savvy students stuck in text-dominated schools. [Online] 2005. [Dátum: 25. 11 2014.] <http://www.aecf.org/~media/Pubs/Topics/Education/Other/ListeningtoStudentVoicesonTechnology/Tech%20Savvy%20Students.pdf>.
- ROSSING, J.P., *iLearning: The future of higher education? Student perceptions on learning with mobile tablets* a iní. 2012. 2, 2012, Journal of the Scholarship of Teaching and Learning, Zv. 12, s. 1-26. ISSN 1527-9316.
- HENDERSON, S.; YEOFF, J. *iPad in Education: A Case Study of iPad Adoption and Use in a Primary School*. 2012. Maui : Conference Publishing Services (CPS), 2012. Proceedings of the 45th Annual Hawaii International Conference on System Sciences s. 78-87. ISBN 978-0-7695-4525-7.
- CULÉN, A.; GASPARINI, A. *iPad: A New Classroom Technology?*. 2011. Zagreb : Department of Information sciences, Faculty of humanities and social sciences, University of Zagreb, 2011, s. 199-208. ISBN 978-953-175-408-8.
- MOTIWALLA, L.F. *Mobile learning: A framework and evaluation*. 2007. 3, 2007, Computers & Education, Zv. 49, s. 581-596.
- MRAVČÁK, A. *Tablety už učia aj na školách*. <http://profit.etrend.sk/>. [Online] Trend, 14. 3 2013. [Dátum: 1. 12 2014.] <http://profit.etrend.sk/aktivny-zivot/tablety-uz-ucia-aj-na-skolach.html>.
- Národný projekt: Elektronizácia vzdelávacieho systému regionálneho školstva. *informatizacia.sk*. [Online] [Dátum: 1. 12 2014.] http://www.informatizacia.sk/vdok_simple-np-evs/609s15994c.
- AGOSTINI, A.; DI BIASE, E.; LOREGIAN, M. *Stimulating cooperative and participative learning to match digital natives' needs*. 2010. Mannheim, Nemecko : PerCom, 2010.
- UZUNBOYLU, H. A OZDAMLI, F. *Teacher perception for m-learning: scale development and teachers' perceptions*. 2011. 6, 2011, Journal of Computer Assisted Learning, Zv. 27, s. 544–556. ISSN 1365-2729.
- VALSTAD, H. *iPad as a pedagogical device*. s.l. : Norwegian University of Science and Technology, 2010.

Porovnanie úspešnosti riešenia učebných úloh s rôznou úrovňou obťažnosti u žiakov 1. ročníka gymnázia

Mgr. Michal Vrabec

Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie
a pedagogiky
Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského
Mlynská dolina
842 15 Bratislava 4
Slovenská Republika
vrabecmi@fns.uniba.sk

Abstract

This article uses a critical evaluation of research. The purpose of research was to investigate students understanding of learning tasks at different level of difficulty. In our article we summarize the basic knowledge about typology of learning tasks, analysis and results of research. For our research we selected the concepts mass fraction and concentration. Whereas that the range of this article is limited, only the results of research of the concept concentration are presented. This concept was incorporated into four types of tasks. Two tasks were algorithmic and two tasks were tasks with graphic elements. The test was administrated to 223 students. We found, that the students achieved better results in the case of algorithmic tasks. Analysis of the research shows the format of the specified chemical tasks could play an important role in solution. The findings revealed that the students had a problem with solving the graphic tasks. We think that learning tasks with graphic elements are for our students relatively difficult.

Úvod

Chémia je takmer v celom svojom rozsahu abstraktná veda, ktorá obsahuje obrovské množstvo pojmov. Nie všetky sú žiakom zrozumiteľné na prvýkrát. Pochopenie pojmov v chémii si vyžaduje dostatočnú schopnosť narábať s nimi a dostatočnú úroveň myslenia. Chemické pojmy sú špecifické a žiakom by mali byť vysvetlené tak, aby ich čo najlepšie a najjednoduchšie pochopili a správne používali. Pričom osvojenie pojmov by sa malo uskutočniť na viacerých úrovniach myslenia, s tým že na začiatku by mal žiak pochopiť pojmy na pamäťovej a algoritmickej úrovni. Hlavným cieľom by však malo byť doviesť žiaka k pochopeniu podstaty pojmov a ich vzťahov.

Vhodným nástrojom na overenie pochopenia pojmov sú učebné úlohy z chémie. Na základe taxonómií môžu byť žiakom úlohy podávané v najrôznejšej forme. Žiaci však môžu niektoré typy úloh riešiť bez problémov a s inými typmi môžu mať problémy. Rovnaké rozdiely môžu nastať pri pojmoch vyžadujúcich rôzne úrovne myslenia. Cieľom výskumu bolo zmapovať reakcie žiakov na vybrané typy učebných úloh v prípade testovania ich vedomostí o chemických pojmoch.

Učebné úlohy

Pre dosiahnutie efektivity učenia musí žiak neustále s učivom pracovať. Nestačí sa iba naučiť poučky, ale žiak musí vedieť nadobudnuté vedomosti aj aplikovať. Zvlášť chémia je predmetom, ktorý si vyžaduje širokú aplikáciu nadobudnutých vedomostí, vzhľadom na vysokú úroveň abstraktnosti predmetu. Nadobudnuté vedomosti je potrebné neustále precvičovať a prehľbovať mnohými spôsobmi. Jedným z najdôležitejších nástrojov na aktivizáciu žiakov sú učebné úlohy (Kalhous, Obst a kol., 2002). Vo všeobecnosti definujeme učebné úlohy ako širokú škálu všetkých učebných zadaní, a to od najjednoduchších úloh, vyžadujúcich iba pamäťovú reprodukciu, až po zložité úlohy, ktoré si vyžadujú abstraktné myslenie (Holoušová, 1983). Vo vyučovaní by učebné úlohy nemali byť použité náhodne, ale v určitom algoritme. Tento algoritmus by mal byť zložený z úloh usporiadaných od jednoduchých k zložitejším, resp. od úloh, ktoré si vyžadujú iba pamäťovú reprodukciu, k úlohám vyžadujúcim si tvorivosť a abstraktné myslenie. Učebné úlohy však musia byť podriadené a tvorené na základe učebných cieľov. Učebné úlohy by mali patriť k hlavným spätnoväzbovým prostriedkom (Holoušová, 1983).

Podľa Holoušovej (1983) pre učebné úlohy vo vyučovaní by malo platiť nasledovné:

1. Učebné úlohy by mali byť zaradené do celého vyučovacieho procesu, nie len na začiatok alebo koniec hodiny. Majú nielen vzdelávaciu ale aj formatívnu funkciu.
2. Učebné úlohy nemôžu byť zaradené do vyučovania samostatne, ale mali by byť jednou z jeho zložiek.
3. Učebné úlohy by mali byť podávané vzostupne podľa náročnosti. Nemali by byť monotónne, mali by vyvolávať celú škálu rôznych odpovedí a poznávacích aktivít.

4. Učebné úlohy by nemali byť vytvárané náhodne, mali by mať vždy stanovený konkrétny cieľ. Súborné úloh by mali byť dostatočne veľké a otvorené, aby ich učiteľ mohol prispôbiť, konkrétnej situácii vo vyučovaní.
5. Základnou podmienkou pre tvorbu učebných úloh je správne stanovenie učebného cieľa. Správne vytvorené učebné úlohy by mali zaistiť kvalitnú spätnú väzbu pre učiteľa aj žiakov.
6. Tvorba učebných úloh je prejavom profesionality učiteľa.

Kvalita výučby závisí nielen na výbere vhodných vyučovacích metód, ale aj od formulácie učebných úloh. Učiteľ by mal vytvárať a používať také učebné úlohy, aby rozvíjali logické myslenie žiaka a naučili ho riešiť situácie bežného života (Ontková, 2013).

Na Slovensku boli uskutočnené viaceré výskumy zamerané na učebné úlohy ako príklad uvedieme niektoré z nich, pretože vo svojom výskume používame úlohy podobného typu: Haláková, Prokša 2006 skúmali vizuálnu gramotnosť a riešenia učebných úloh z chémie, Koleják, 2007 zameriaval svoj výskum na analýzu riešenia konceptuálnych úloh na PRIF UK, Igaz 2009 zisťoval ako konceptuálne úlohy pomáhajú v rozvoji prírodovednej gramotnosti žiakov.

Výskumná časť

Naša práca bola zameraná na praktické overenie výskumného prostriedku vlastnej tvorby, ktorý opisujeme v časti výskum a výskumné prostriedky. Cieľom bolo overiť, či vytvorený výskumný prostriedok bude schopný indikovať rozdiely žiakov v úspešnosti riešenia učebných úloh na štatisticky významnej úrovni. V testovanom výskumnom prostriedku boli obsiahnuté úlohy týchto kategórií – úlohy zamerané na pamäť, algoritmické úlohy a úlohy vyžadujúce si hlboké pochopenie učiva. V istom zmysle sme očakávali, že výskum nám načrtne, aký typ vyučovania (transmisívne vyučovanie či vyučovanie s konštruktivistickými prístupmi) prevláda vo vyučovacom procese na Slovensku. Čo odôvodňujeme predpokladom o klesajúcej úspešnosti riešenia učeb-

ných úloh v závislosti od typu úlohy. V súvislosti s cieľom sme sformulovali nasledovnú hypotézu: Medzi úspešnosťou žiakov v riešení daných typov učebných úloh bude štatisticky významný rozdiel. Predpokladáme, že žiaci budú najúspešnejší v úlohách zameraných na pamäťovú reprodukciu a najmenej úspešní v úlohách vyžadujúcich hlbšie pochopenie daného učiva.

Výskum a výskumné prostriedky

V našom výskume bol použitý výskumný prostriedok vlastnej konštrukcie. Test pozostával z úloh zameraných na pojmy hmotnostný zlomok a koncentrácia. Vzhľadom na rozsah príspevku uvádzame iba výsledky pre pojem koncentrácia. Pri výbere pojmov sme prihliadali nato, že sme museli vybrať také pojmy, aby sme vedeli vytvoriť vhodné typy úloh pre tieto pojmy.

Úlohy boli vytvorené na základe požiadaviek školského vzdelávacieho programu ISCED 3A (Siváková, Kuchárová, Vicenová a kol. 2013). Úlohy sú zoradené podľa stúpajúcej náročnosti. Najnáročnejšie úlohy sú zaradené na konci testu. Prvou úlohou sme sledovali, či si žiaci pamätajú definíciu pojmov a vzťah na ich výpočet. Druhá úloha bola zameraná na správne použitie vzťahu. Tieto dve úlohy boli úlohy bežného charakteru, s ktorými sa žiaci stretávajú v škole na hodinách chémie. Posledné dve úlohy boli zamerané na testovanie pochopenia príslušných pojmov. Keďže tieto úlohy v zadaní obsahujú grafické prvky, čo nie je typické pre bežne riešené úlohy na školách, žiaci ich nemohli až tak priamočiaro riešiť pomocou naučených postupov, ale len ak chápali význam pojmov a mali pochopený koncept, ktorý sa skrýva za týmito pojmi. Pri riešení úloh žiaci nemali povolené používať kalkulačku.

V teste mohli žiaci získať za prvú úlohu 4 body, za druhú úlohu 8 bodov a za posledné dve úlohy s obrázkami 6 bodov. Správna bola vždy len jedna odpoveď. Bodovalenie jednotlivých úloh odrážalo počet úkonov, potrebných na ich vyriešenie. Za každý správny úkon sme pridelovali jeden bod. Ak sa v riešení vyskytol nesprávny krok, bod sme neudeliovali.

Ukážka úloh z testu

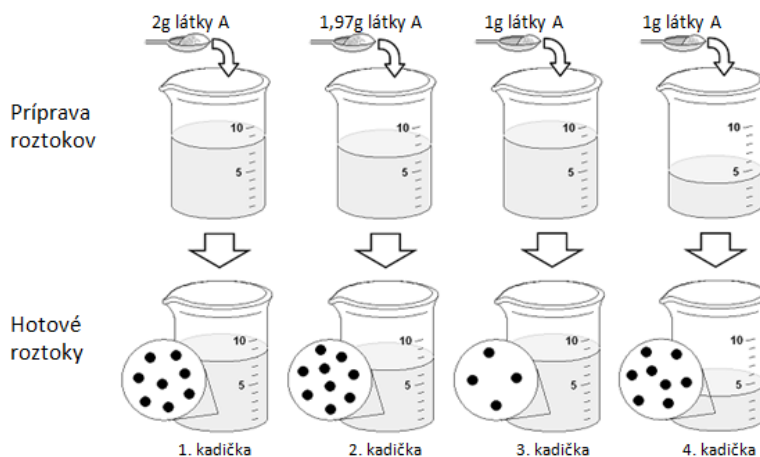
1. Definujte koncentráciu. (Správnu odpoveď zakrúžkujte)

- a) Koncentrácia vyjadruje, aké látkové množstvo rozpustenej látky pripadá na jednotku látkového množstva, vypočítame ju pomocou vzťahu $c = n/1\text{mol}$
- b) Koncentráciu vyjadrujeme ako súčin látkového množstva (n) rozpustenej látky a objemu roztoku (V), vypočítame ju pomocou vzťahu $c = n \cdot V$
- c) Koncentrácia vyjadruje, aký objem roztoku pripadá na jednotku látkového množstva rozpustenej látky v roztoku, vypočítame ju pomocou vzťahu $c = V/n$
- d) Koncentrácia vyjadruje, aké látkové množstvo rozpustenej látky pripadá na jednotku objemu roztoku, vypočítame ju pomocou vzťahu $c = n/V$

2. Vypočítajte, aká je koncentrácia (látkového množstva) NaOH v roztoku, ak viete, že v 500 cm³ roztoku sa nachádza NaOH s látkovým množstvom 5 mólov. (Správnu odpoveď zakrúžkujte)

- | | |
|-----------------------------|---|
| a) 5 | e) 5,5 |
| b) 10 mol.dm ⁻³ | f) 0,001 dm ³ .mol ⁻¹ |
| c) 0,1 mol.dm ⁻³ | g) 0,198 mol.dm ³ |
| d) 2,5 mol.dm ³ | h) 2,25 dm ³ .mol ⁻¹ |

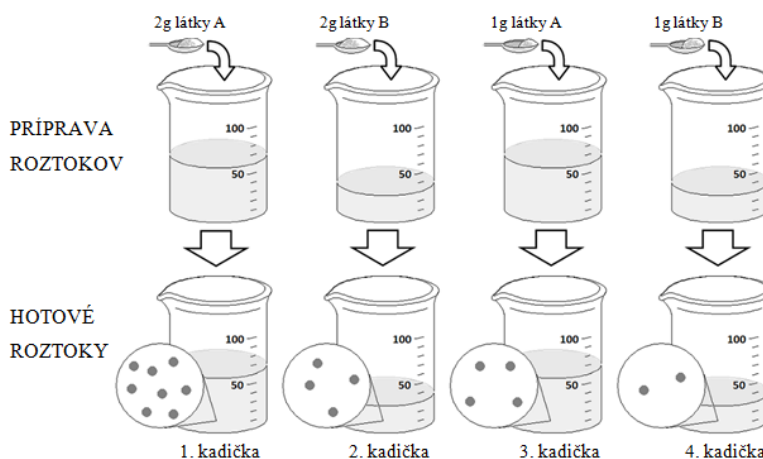
3. Horná časť nasledovného obrázka znázorňuje PRÍPRAVU ROZTOKOV v kadičkách s určitým množstvom vody, do ktorých pridávame látku A s určitou hmotnosťou. Dolná časť obrázka znázorňuje hotové roztoky, čiže roztoky potom, ako sa pridaná látka A rozpustila vo vode. Kruhy na týchto obrázkoch predstavujú rovnaké, malé časti objemov pripravených roztokov. Bodky v kruhoch znázorňujú častice danej rozpustenej látky. Pre jednoduchosť sme nezobrazovali molekuly vody. O zmene objemu roztoku po pridaní látky A do vody pre jednoduchosť tiež neuvažujeme.



Ktorá dvojica kadičiek s hotovými roztokmi, obsahuje roztoky s rovnakou koncentráciou častíc rozpustenej látky? Zakrúžkuj **jednu** z nasledovných možností!

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| a) 1.kadička a 2. kadička | e) 2.kadička a 3. kadička |
| b) 1.kadička a 3. kadička | f) 2.kadička a 4. kadička |
| c) 1.kadička a 4. kadička | g) 3.kadička a 4. kadička |

4. Horná časť obrázka znázorňuje PRÍPRAVU ROZTOKOV v kadičkách s určitým množstvom vody, do ktorých pridávame látku A s určitou hmotnosťou. Dolná časť obrázka znázorňuje hotové roztoky, čiže roztoky potom, ako sa pridaná látka A rozpustila vo vode. Kruhy na týchto obrázkoch predstavujú rovnaké, malé časti objemov pripravených roztokov. Bodky v kruhoch znázorňujú častice danej rozpustenej látky. Pre jednoduchosť sme nezobrazovali molekuly vody. O zmene objemu roztoku po pridaní látky A do vody pre jednoduchosť tiež neuvažujeme.



Ktorá dvojica kadičiek s hotovými roztokmi, obsahuje roztoky s rovnakou koncentráciou častíc rozpustenej látky? Zakrúžkuj **jednu** z nasledovných možností!

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| a) 1.kadička a 2. kadička | e) 2.kadička a 3. kadička |
| b) 1.kadička a 3. kadička | f) 2.kadička a 4. kadička |
| c) 1.kadička a 4. kadička | g) 3.kadička a 4. kadička |

Analýza výskumu

Výsledky zo štatistiky nám priniesli zistenia, ktoré vypovedajú, aká je úspešnosť riešenia úloh na rôznej úrovni obťažnosti zameraných na pojem koncentrácia. Na nasledujúcich stranách budeme porovnávať tieto úlohy medzi sebou. Tým by sme mali zistiť, ktoré úlohy žiakom robili väčšie problémy. Rovnako by nám výsledky mali potvrdiť alebo vyvrátiť našu hypotézu.

V tabuľke č.1 sú zhrnuté opisné charakteristiky pre jednotlivé úlohy. V tabuľke je tiež opísaná štandardná šikmosť a špicatosť, ktorá v prípade normálneho rozloženia má ležať v intervale od -2 do 2. Keďže sa v tomto intervale nenachádzala ani jedna z veličín, nemohli sme

použiť Studentov t-test na porovnávanie výsledkov pre jednotlivé otázky. Ďalej sa v tabuľke nachádza smerodajná odchýlka, minimum a maximum dosiahnutých bodov v jednotlivých úlohách a mediány, na základe ktorých sme pre štatistické vyhodnotenie používali Mann-Whitney W-test.

Na základe výsledkov uvedených v tabuľke č. 2 sme zistili, že štatisticky významné rozdiely sa nachádzajú medzi riešeniami úloh č. 1 a č. 2. Predpokladali sme, že úloha č. 1 bude riešená lepšie ako úloha č. 2. Ďalší štatisticky významný rozdiel sme zistili medzi riešeniami úlohy č. 2 a č. 3. Úloha č. 4 bola riešená s najmenšou úspešnosťou a v porovnaní s predchádzajúcou úlohou č. 3 sa tu nevyskytol štatisticky významný rozdiel.

Tab. 1 **Vybrané charakteristiky celého súboru respondentov na základe riešenia jednotlivých typov úloh**

	Pamäť	Aplikácia	Konceptuálna úloha	
	Úloha č. 1	Úloha č. 2	Úloha č. 3	Úloha č. 4
Počet respondentov	223	223	223	223
Priemer	3,52915	6,91031	5,11659	5,00448
Smerodajná odchýlka	0,979448	0,991419	0,979448	0,990909
Medián	4,0	6,0	6,0	5,0
Minimum	2,0	4,0	4,0	4,0
Maximum	4,0	8,0	6,0	6,0
Štandardná šikmosť	-7,65504	0,422871	-1,44049	-0,0550199
Štandardná špicatosť	-1,27519	-5,08195	-5,87626	-6,03561

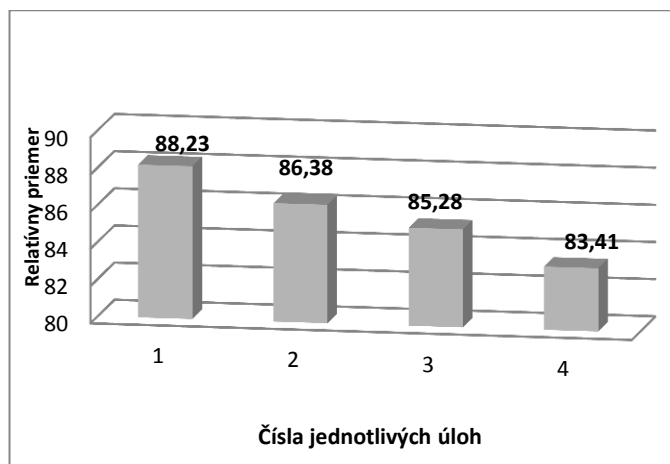
Tab. 2 **Porovnanie úspešnosti riešenia jednotlivých úloh zameraných na koncentráciu v celej vzorke respondentov**

	Medián		Mann-Whitney	
	Koncentrácia		W-hodnota	P- hodnota
1. úloha vs 2. úloha	100,0	75	-4884,5	0,0000416**
2. úloha vs 3. úloha	75	100	-2850,0	0,0237109*
3. úloha vs 4. úloha	100	83,3333	-1444,0	0,227304

** štatistická významnosť rozdielov v riešení je potvrdená s 99%-nou pravdepodobnosťou (na hladine významnosti 0,01)

* štatistická významnosť rozdielov v riešení je potvrdená s 95%-nou pravdepodobnosťou (na hladine významnosti 0,05)

Graf 1 **Porovnanie relatívnych priemerov celého súboru respondentov dosiahnutých v nami vytvorených úlohách**



Prvá úloha bola riešená s najvyššou úspešnosťou, v tejto úlohe žiaci využívali iba zapamätané vedomosti, čo by pre žiakov nemalo predstavovať žiadnu zložitú operáciu. V druhej úlohe mali žiaci správne dosadiť hodnoty do vzorca a označiť správny výsledok. Práve s takýmito príkladmi sa žiaci stretávajú bežne. Pokiaľ žiak ovládal správny vzorec pre výpočet koncentrácie a vedel ho použiť, mal by túto úlohu úspešne vyriešiť. Problémy, ktoré sa môžu vyskytnúť pri riešení tejto úlohy môžu spočívať v nesprávnom zapamätaní si vzorca prípadne nesprávne dosadenie veličín do vzorca. Posledné dve úlohy, vyžadujúce si hlbšie pochopenie učiva, boli v porovnaní s predchádzajúcimi typmi úloh riešené s najnižšou úspešnosťou. Tieto úlohy boli konceptuálne a ich riešenie si podľa Masona a kol. vyžaduje poznanie urči-

tej teórie alebo súvislosti, kým algoritmická úloha sa dá veľakrát riešiť aj postupom pokus – omyl. Keďže tieto úlohy si vyžadujú hlboké pochopenie učiva na viacerých úrovniach myslenia, môžu pre žiakov predstavovať problém, ktorý bude prekážkou na ceste k správne vyriešeniu takéhoto typu úloh. Ďalším faktom, ktorý mohol mať vplyv na nižšiu úspešnosť riešenia konceptuálnych úloh je, že žiaci sa s takýmito úlohami stretávajú relatívne menej ako s predchádzajúcimi typmi úloh.

Záver

Nájdene rozdiely v úspešnosti riešenia učebných úloh boli v súlade s našimi predpokladmi. V dvoch prípadoch sa nám tieto rozdiely prejavili aj ako štatisticky významné. Preukázané zistenia výskumu nám dovoľujú prijať našu hypotézu, na základe ktorej sme predpokladali, že medzi úspešnosťou žiakov v riešení daných typov úloh bude štatisticky významný rozdiel. Rovnako analýza výskumu potvrdzuje aj druhú časť hypotézy, a to, že žiaci budú najúspešnejší v úlohách zameraných na pamäťovú reprodukciu, menej úspešní v algoritmických úlohách a najmenej úspešní v úlohách vyžadujúcich hlbšie pochopenie daného učiva. Analýza výskumu nám tiež načrtáva, že forma zadania chemickej učebnej úlohy by mohla zohrávať dôležitú rolu pri jej riešení. V prípade grafických úloh sa nie vždy študentom podarí preniknúť do podstaty predkladaného problému, čo podľa nás môže byť spôsobené tým, že pre našich žiakov sú učebné úlohy s grafickými prvkami pomerne neznámou oblasťou. Ďalší možný fakt, ktorý nám naznačuje výskum, môže byť prevládajúci spôsob transmisívneho vyučovania nad konštruktivisticky ladeným vyučovaním. Odporúčania pre ďalší výskum:

- Nami zistené rozdiely v úspešnosti riešenia učebných úloh potvrdiť väčším počtom úloh. Prípadne pracovať so žiakmi na riešení úloh s grafickými prvkami a po určitom čase znova otestovať ich úspešnosť riešenia takýchto typov úloh.
- Skúmať (prostredníctvom pozorovania žiakov počas riešenia úloh a rozhovoru) postupnosť myšlienok s dôrazom na riešenie grafických úloh.
- Zahnúť do výskumu aj test na zistenie úrovne formálneho myslenia a zistiť, či existuje rozdiel medzi žiakmi s vyššou úrovňou myslenia a žiakmi s nižšou úrovňou myslenia v riešení našich úloh.
- Navrhnuť typovo podobné úlohy zamerané na ďalšie témy z učiva chémie a zistiť, či aj preberané učivo má vplyv na úspešnosť riešenia učebných úloh.
- Rozšíriť výskumný nástroj o ďalšie úlohy

Literatúra

- HALÁKOVÁ, Z., PROKŠA, M.: Vizuálna gramotnosť a riešenie učebných úloh z chémie, [Visual literacy and solving conceptual questions in chemistry] In: Chemické listy. - Vol. 100, No. 3 (2006), s. 213-219
- HOLOUŠOVÁ, D.: Teorie učebních úloh. In: Studijní text pro přípravu učitelů pedagogiky na nové pojetí výchovně vzdělávací práce na SPgŠ. Praha, ÚÚVPP 1983.
- IGAZ, C.: Rozvoj přírodovědné gramotnosti žáků prostřednictvím chemických učebných úloh. In: Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie. Hradec Králové : Gaudeamus, 2009, S. 164
- KALHOUS, Z., OBST, O. a kol.: Školní didaktika. Praha: Portál. 447 s. ISBN 80-7178-253-X
- Koleják, V.: Analýza řešení konceptuálních úloh z chemie studentů přírodovědecké fakulty UK. In: Současné problémy v chemickém vzdělávání. Ostrava : Ostravská univerzita, 2007, S. 38
- MASON, D., S., SHELL, D., F., CRAWLEY, F., E.: Differences in problem solving by nonscience majors in introductory chemistry on paired algorithmic-conceptual problems. In Journal of research in science teaching. 1997, roč. 34, č. 9, s. 905-923
- NAKHLEH, M., B.: Are our students conceptual thinkers or algorithmic problem solvers? Identifying conceptual students in general chemistry. In Journal of chemical education. 1993, roč. 70, č. 1, s. 52-55.
- NAKHLEH, M.B., MITCHELL, R.C.: Concept learning versus problem solving, There is a difference. In Journal of chemical education. 1993, roč. 70, č. 3, s. 190 -192.
- NURRENBERN, S. C., PICKERING, M.: Concept learning versus problem solving, Is there a difference? In Journal of chemical education. 1987, roč. 64, č. 6, s. 508 -510.
- ONTKOVÁ, J. Problémové úlohy z chémie. Metodicko-pedagogické centrum, 2013
- SAWREY, B.A.: Concept learning versus problem solving: revisited. In Journal of chemical education, 1990, roč. 67, č. 3, s. 253 - 254.
- SIVÁKOVÁ, M., PICHANIČOVÁ, I., KUCHAROVÁ, D., VICENOVÁ, H., MÄČKO. P.: Štátny vzdelávací program, Chémia. (Vzdelávacia oblasť človek a príroda) Príloha ISCED 3a. Dostupné na internete: http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/gymnaziavzdelavacie_oblasti/chemia_iscsed3a.pdf (22.9.2014)

Multikomponentní úlohy v praxi

Mgr. Kateřina Trčková

Katedra učitelství a didaktiky chemie
Přírodovědecká fakulta
Univerzita Karlova v Praze
Albertov 3, Praha
Česká republika
katerina.trckova@osu.cz

Abstract

The paper presents results of pilot study of pupils at grammar school J. Kainara in Hlučín. 80 respondents (39 Boys and 41 girls) participated in pilot study. 3 different classes (age, composition and attitude to teaching) were involved. Quiz questions were focused to reading with short answer, true/false and application tasks were used. Diagnostic analysis followed after test. Success of boys and girls were compared in single types of questions. Conditions of main research were determined during pilot study.

Úvod

Výsledky PISA z roku 2012 poukazují na fakt, že čeští žáci jsou v čtenářské gramotnosti průměrní a v přírodovědné gramotnosti nadprůměrní. Ze srovnání výsledků testování vyplývá, že se čeští žáci ve čtenářské gramotnosti zlepšili a objevil se i statisticky významný genderový rozdíl, dívky jsou lepší. V oblasti přírodních věd jsou rozdíly ve výsledcích testování zanedbatelné (Pa-lečková, J. a kol., 2013).

Pravděpodobnou příčinou těchto zjištění je způsob výuky přírodovědných předmětů v ČR, ve které se klade větší důraz na shromažďování a reprodukci teoretických znalostí než na podstatu přírodovědného zkoumání a uvažování. Čeští žáci neumí používat v praxi velké množství encyklopedicky získaných přírodovědných poznatků a teorií. Neumí samostatně uvažovat, vytvářet hypotézy, využívat různé výzkumné metody a postupy, získávat a interpretovat data, formulovat a dokazovat závěry. V prokazování vědomostí v oblastech blízkých fyzice a chemii dosahují naši žáci v mezinárodním srovnání vynikajících výsledků, ale ve znalostech postupů a metod využívaných v přírodních vědách jsou průměrní. Rozdíly mezi přírodovědnými vědomostmi českých žáků a jejich znalostmi postupů a metod je největší v zemích OECD (Učitelské noviny 01/2008).

A jaká je skutečná situace v našich školách? Na základě pohovorů s vyučujícími a osobních zkušeností z praxe se úroveň žáků snižuje. Domnívám se, že jedny z mnoha příčin jsou neporozumění textu a nedostatek zpětné vazby ze strany učitele.

Učitel by měl ve své výuce podporovat rozvíjení gramotností u žáků aplikací vhodných motivačních a problémových úloh, které by podporovaly zájem o učení se přírodovědným oborům. Pro tento účel se nabízí využití

tzv. multikomponentních úloh v ČR (Černocký, B., 2011), komplexních úloh na Slovensku. Charakteristickým znakem těchto úloh je delší úvodní text, který může obsahovat různé tabulky, grafy, obrázky. K výhodám těchto úloh patří např. podpora čtení s porozuměním (získání a zpracování informací, zhodnocení textu), zájmu o přírodovědné předměty prostřednictvím příkladů z běžného života a mezipředmětových vztahů (Vasílová, Z.; Prokša, M., 2013).

Organizace výzkumu

Cílem pilotní studie bylo vytvořit multikomponentní úlohy s chemickou tematikou, které by u žáků rozvíjely čtenářskou a přírodovědnou gramotnost. Na začátku každé úlohy je delší úvodní text, na který navazují dílčí úkoly – doplňování do tabulky, práce s grafem, dichotomické nebo aplikační úlohy. Úroveň gramotností byla zjišťována prostřednictvím testu. Byly sestaveny výzkumné otázky: Jaká je orientace žáků v odborném textu? Jaká je úroveň odpovědí žáků u otázek spojených s praktickým životem? Jaká je úroveň žáků při práci s grafem? Jaká je úroveň žáků při práci s tabulkou? Jaký je vztah mezi úspěšností v testu a pololetní známkou? Jsou děvčata úspěšnější než chlapci?

V příspěvku jsou prezentovány výsledky pilotní studie žáků na Gymnáziu Josefa Kainara v Hlučíně. Pilotní studie se zúčastnilo celkem 80 respondentů, z toho 39 chlapců a 41 dívek. Do testování byly zapojeny 2 třídy šestiletého studia (sekunda a kvarta) a 1 třída čtyřletého studia (2. ročník). Do pilotáže byly zapojeny 3 rozdílné třídy (věkem, složením a přístupem k výuce). Sekunda šestiletého studia patří mezi prospěchově nejlepší třídy na škole, připravuje se na výuku cílevědomě, svědomitě, aktivně, projevuje maximální zájem a vysoké pracovní nasazení. Atmosféra v této třídě je pohodová a soutěživá. Třída 2. A čtyřletého studia patří mezi průměrné třídy, které lze vhodnou motivací získat a aktivizovat k lepším pracovním výkonům a pravidelné přípravě. Třída šestiletého studia kvarta A je typ podprůměrné třídy, která ztratila během studia zájem o učení a je silně demotivována.

V nestandardizovaném didaktickém testu byly úlohy zaměřené na čtení s porozuměním a na chemické výpočty interdisciplinárního charakteru nesouvisející s věkem žáků. Testové položky navazovaly na krátký text. Bylo využíváno úloh doplňovacích se stručnou odpovědí, dichotomických a aplikačních. Početní úlohy využívají dosažených znalostí žáků v matematice a fyzice.

Po testu následoval diagnostický rozbor výsledků žáků a hledání pravděpodobných příčin. Byl stanoven index obtížnosti jednotlivých úloh. Dosažené výsledky testování byly znázorněny graficky pomocí sloupkového diagramu.

Výsledky testování byly vyhodnoceny. Byl stanoven index obtížnosti (P), který udává procento žáků ve skupině, kteří danou úlohu zodpověděli správně (Kalhous, Z. a kol., 2002).

$$P = 100 \frac{n_S}{n}$$

n_S – počet žáků, kteří odpověděli v dané úloze správně,
 n – celkový počet žáků.

Doplňovací úlohy s chemickou tematikou

Tyto úlohy požadují od žáka vytvoření a uvedení krátké odpovědi (Kalhous, Z. a kol., 2002). Krátké odpovědi týkající se systematického názvu a vzorce sádry a sádrovce žáci doplňovali do předložené tabulky. V úvodním motivačním textu zadaného příkladu byly zadány systematické názvy těchto sloučenin. Bylo zjištěno, že orientace v odborném textu činí žákům problémy s porozuměním a reprodukcí získaných informací do tabulky. Nejlepších výkonů dosáhli chlapci ze sekundy a děvčata z druhého ročníku viz Tab. 1 a Graf 1. U tohoto a následujících grafů uvádím na ose x číslo testové položky a na ose y úspěšnost.

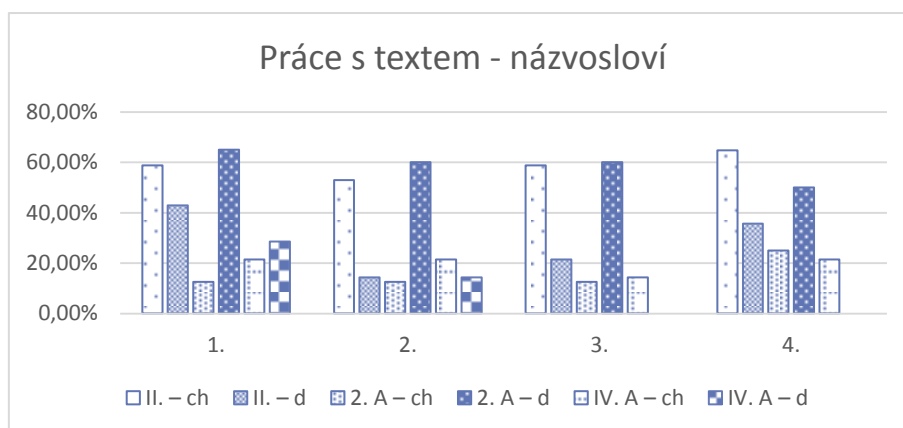
Ukázka úryvku motivačního textu: Výroba sádry

*Sádrovec krystalizuje v jednoklonné soustavě se **dvěma molekulami vody**, je bezbarvý, bělavý až tmavě šedý, podle množství příměsí a nečistot. Používá se ve stavebnictví a zubní protetice. **Polohydrát** síranu vápenatého se vyrábí v otevřených nebo rotačních pecích zahříváním na 120–180°C za přístupu vzduchu. Krysťalky sádrovce se přitom poruší unikající párou z krystalové vody.*

Tab. 1 **Názvosloví**

Číslo testové položky	Testové položky	II. - ch (17)	P (II. - ch)	II. - d (14)	P (II. - d)	2. A - ch (8)	P (2. A - ch)	2. A - d (20)	P (2. A - d)	IV. A - ch (14)	P (IV. A - ch)	IV. A - d (7)	P (IV. A - d)
1.	Systematický název sádry	10	58,82%	6	42,86%	1	12,50%	13	65,00%	3	21,43%	2	28,57%
2.	Vzorec sádry	9	52,94%	2	14,29%	1	12,50%	12	60,00%	3	21,43%	1	14,29%
3.	Systematický název sádrovce	10	58,82%	3	21,43%	1	12,50%	12	60,00%	2	14,29%	0	0,00%
4.	Vzorec sádrovce	11	64,71%	5	35,71%	2	25,00%	10	50,00%	3	21,43%	0	0,00%

Graf 1 **Názvosloví**



Dichotomické úlohy

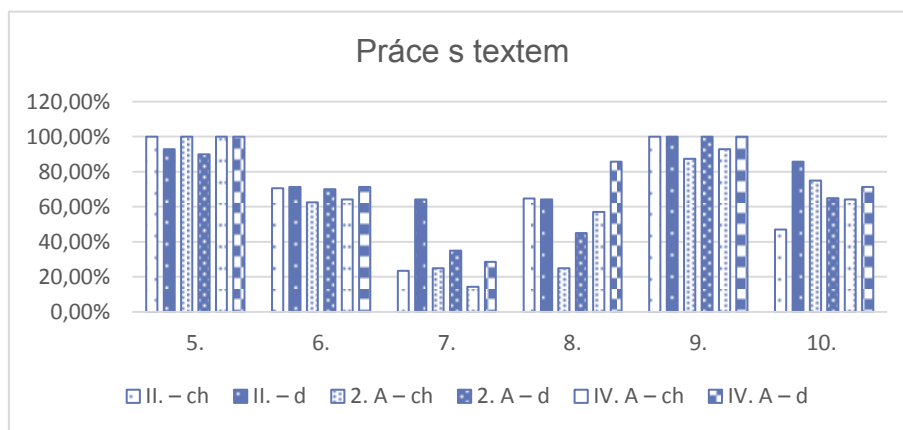
U těchto úloh jsou žákům předkládány 2 alternativy odpovědi ano/ne. Tyto úlohy bývají označovány jako úlohy s dvoučlennou volbou nebo jako alternativní úlohy (Kalhous, Z. a kol., 2002). Úspěšnost chlapců a dívek v řešení tohoto typu úlohy je srovnatelná. Vyhodnocení

výzkumu v Tab. 2 a Grafu 2. Při práci s textem žáci umí mechanicky přepisovat odpovědi. Největší problémy mají žáci s testovými položkami, jejichž odpovědi jsou spojeny s praktickým uplatněním v životě (Tuhnutím sádry vzniká sádrovec, S příměsí jílu je sádrovec zbarven žlutě) nebo se záměnou či neznalostí odborných termínů (protetika, protéza).

Tab. 2 **Práce s textem**

Číslo testové položky	Testové položky	II. - ch (17)	P (II. - ch)	II. - d (14)	P (II. - d)	2. A - ch (8)	P (2. A - ch)	2. A - d (20)	P (2. A - d)	IV. A - ch (14)	P (IV. A - ch)	IV. A - d (7)	P (IV. A - d)
5.	Sádrovec krystalizuje v kosočtverečné soustavě	17	100,00%	13	92,86%	8	100,00%	18	90,00%	14	100,00%	7	100,00%
6.	Sádra se vyrábí hydratací sádrovce	12	70,59%	10	71,43%	5	62,50%	14	70,00%	9	64,29%	5	71,43%
7.	Tuhnutím sádry vzniká sádrovec	4	23,53%	9	64,29%	2	25,00%	7	35,00%	2	14,29%	2	28,57%
8.	S příměsí jílu je sádrovec zbarven žlutě	11	64,71%	9	64,29%	2	25,00%	9	45,00%	8	57,14%	6	85,71%
9.	V roce 1756 vynalezl Delabre otiskovací lžičku	17	100,00%	14	100,00%	7	87,50%	20	100,00%	13	92,86%	7	100,00%
10.	Sádra se používá k výrobě zubních protéz	8	47,06%	12	85,71%	6	75,00%	13	65,00%	9	64,29%	5	71,43%

Graf 2 **Práce s textem**



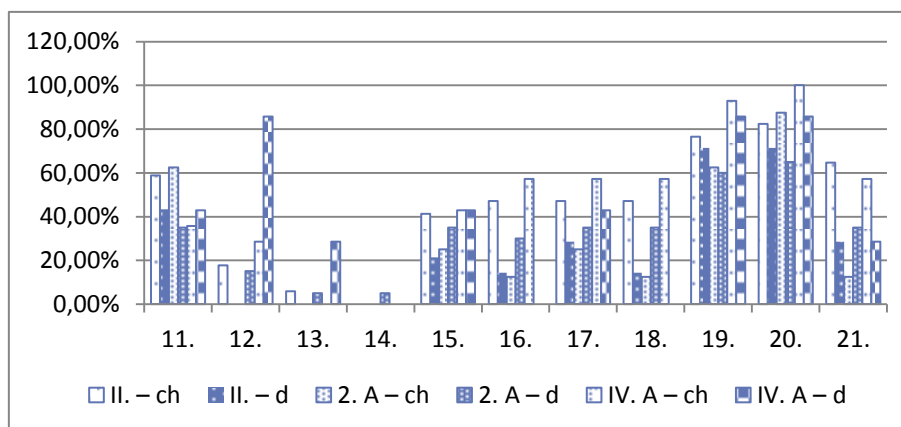
Aplikační úlohy

Námětem aplikačních úloh je děj z běžného života. Tyto úlohy se používají pro rozvoj logického myšlení. Mohou být formulovány verbálně (pouze slovy), neverbálně (např. tabulkou, grafem) nebo kombinací obou těchto způsobů. Čtrnáctová (1998) uvádí, že v chemických úlohách mají neverbální prvky motivační účinek i díky své neobvyklosti. Jako další výhodu zmiňuje usnadnění

pochopení i řešení těchto úloh. Z analýz vyplynulo (viz Tab. 3 a Graf 3), že v početních úlohách jsou úspěšnější chlapci. Nejhorších výsledků bylo dosaženo v početních úlohách zaměřených na stanovení množství sádry ze sádrovce a vody v sádře. Tato nízká úspěšnost může být způsobena neznalostí vzorce sádry, případně změnou algoritmu zadání. Žáci mají problémy s dešifrováním informací z dlouhých motivačních textů a grafů.

Tab. 3 **Aplikační úlohy**

Číslo testové položky	Testové položky	II. - ch (17)	P (II. - ch)	II. - d (14)	P (II. - d)	2. A - ch (8)	P (2. A - ch)	2. A - d (20)	P (2. A - d)	IV. A - ch (14)	P (IV. A - ch)	IV. A - d (7)	P (IV. A - d)
11.	Grafické znázornění postupu výroby sádry	10	58,82%	6	42,86%	5	62,50%	7	35,00%	5	35,71%	3	42,86%
12.	Výpočet množství čistého sádrovce	3	17,65%	0	0,00%	0	0,00%	3	15,00%	4	28,57%	6	85,71%
13.	Výpočet množství sádry	1	5,88%	0	0,00%	0	0,00%	1	5,00%	0	0,00%	2	28,57%
14.	Množství krystalové vody v sádře	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	5,00%	0	0,00%	0	0,00%
15.	Zimní zásoby – hmotnost	7	41,18%	3	21,43%	2	25,00%	7	35,00%	6	42,86%	3	42,86%
16.	Zimní zásoby – procenta	8	47,06%	2	14,29%	1	12,50%	6	30,00%	8	57,14%	0	0,00%
17.	Během roku – hmotnost	8	47,06%	4	28,57%	2	25,00%	7	35,00%	8	57,14%	3	42,86%
18.	Během roku – procenta	8	47,06%	2	14,29%	1	12,50%	7	35,00%	8	57,14%	0	0,00%
19.	Výpočet objemu přes hustotu	13	76,47%	10	71,43%	5	62,50%	12	60,00%	13	92,86%	6	85,71%
20.	Práce s grafem – množství fruktosy	14	82,35%	10	71,43%	7	87,50%	13	65,00%	14	100,00%	6	85,71%
21.	Práce s grafem – množství vody (není popsáno)	11	64,71%	4	28,57%	1	12,50%	7	35,00%	8	57,14%	2	28,57%

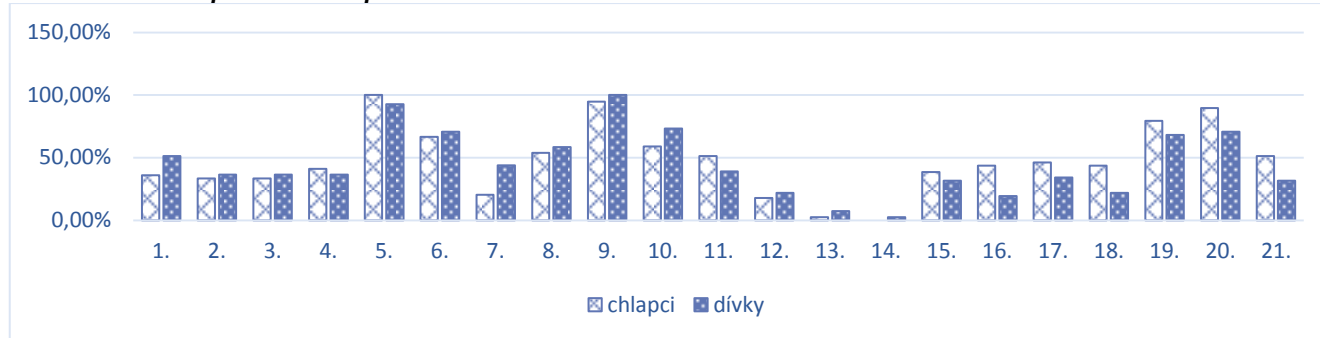
Graf 3 **Aplikační úlohy**

Srovnání úspěšnosti chlapců a dívek

V Grafu 4 je srovnána celková úspěšnost všech testovaných chlapců a dívek. Z analýz tematického zaměření testových úloh vyplynulo, že chlapci byli úspěšnější

v netradičně zadaných početních úlohách. Rozdíly mohou být zapříčiněny rozdílným přístupem k řešení tohoto typu úloh. Chlapci se odklánějí od naučených metod, experimentují s originálními přístupy, které umí aplikovat interdisciplinárně.

Graf 4 Srovnání úspěšnosti chlapců a děvčat



Diskuse a závěr

Analýzou výsledků byly prokázány genderové rozdíly u řešení jednotlivých typů úloh. Dívky dosahují lepších výsledků v úlohách zaměřených na porozumění textu, zatímco chlapci v početních úlohách. Výsledky testování nebyly ovlivněny stupněm dosažených vědomostí a znalostí z chemie, částečně korespondují se školním prospěchem respondentů, jsou ovlivněny studijními styly žáků (u chlapců menší vytrvalost a motivace, nižší odpovědnost při učení), pracovními návyky, aktuální podobou školní výuky a nároky učitelů. Na tuto skutečnost poukazují výzkumy mezinárodní – TIMSS, PISA (Straková, J. a kol., 2002) i národní (Mareš, J., Skalská, H., 1994). Ve srovnání se čtením a matematikou jsou rozdíly ve výsledcích chlapců a dívek v přírodních vědách (Mandíková, D. a kol., 2012).

Rozdíly ve výsledcích testování mohou být způsobeny výběrem vzorku respondentů, ovlivněny čtenářskými a početními dovednostmi žáků. Straková a kol. (2006) uvádí, že domácí prostředí ovlivňuje žákovské aspirace, tak dosahované studijní výsledky. Analýzou výzkumu a pozorováním výsledků žáků bylo dokázáno, že matematická a přírodovědná gramotnost nebude dále rozvíjena u žáků, kteří neumí pracovat s textem a aplikovat získané vědomosti a dovednosti do praxe. Žáci, kteří se připravují do výuky memorováním, mají pouze bezchybné encyklopedické znalosti a krátkodobé vědomosti, jsou ve školním hodnocení lepší než žáci, kteří umí své teoretické znalosti aplikovat, zatímco ti jsou úspěšnější v testování a v praxi! Mají-li být jedinci schopni plnohodnotně se účastnit života v naší informační společnosti, je nezbytnou podmínkou, aby byli schopni zajistit si přístup k různým druhům informací, porozumět jim a posoudit je.

V rámci pilotního výzkumu bylo zjištěno, které typy příkladů budou zařazeny do hlavního výzkumu – neverbální zadání příkladů (graf, tabulka), dichotomické úlohy (odpovědi jsou spojeny s praktickým uplatněním v životě) a aplikační úlohy. Pro hlavní výzkum bude vybráno asi 400 respondentů z 5 různých škol. Testování se budou

účastnit 3 rozdílné třídy (věkem, složením a přístupem k výuce), které vyučuje stejný učitel. Před a po výzkumu bude s učitelem prováděn pohovor o žácích, pracovní atmosféře ve třídě (Held, L., 2011). Na závěr bude provedeno statistické zpracování výzkumu – budou srovnány školy, věkové skupiny žáků, genderové rozdíly,...

Literatura

- ČERNOCKÝ, B. A KOL. *Přírodovědná gramotnost ve výuce: Příručka pro učitele se souborem úloh* [online]. Praha: NÚV, 2011 [cit. 2015-01-29]. ISBN 978-80-86856-84-1. Dostupné na internetu: http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2012/01/Prirodovedna_gramotnost.pdf
- ČTRNÁCTOVÁ, H. *Učební úlohy v chemii*. 1. vydání Praha: Karolinum, 1998. ISBN 80-7184-707-0.
- HELD, L. *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania: (IBSE v slovenskom kontexte)*. Trnava: Typi Universitatis Tyrnaviensis, 2011, 138 s. ISBN 978-80-8082-486-0.
- KALHOUS, Z. A KOL. *Školní didaktika*. 1. vydání Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-253-X.
- MANDÍKOVÁ, D., HOUFOVÁ, J. *Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti*. Praha: Česká školní inspekce, 2012. ISBN 978-80-905370-1-9.
- MAREŠ, J., SKALSKÁ, H. *LSI – dotazník stylů učení pro žáky základních a středních škol. Psychológia a patopsychológia dieťaťa*. 1994, roč. 29, č. 3. ISSN 0555-5574.
- PALEČKOVÁ, J. A KOL. *Hlavní zjištění PISA: Matematická gramotnost patnáctiletých žáků* [online]. 1. vydání. Praha: ČŠI, 2013 [cit. 2015-01-29]. ISBN 978-80-905632-0-9. Dostupné na internetu: http://www.pisa2012.cz/articles/files/Hlavni_zjisti_PISA2012.pdf
- STRAKOVÁ, J. A KOL. *Vědomosti a dovednosti pro život*. Praha: Ústav pro informace ve vzdělání, 2002. ISBN 80-211-0411-2.
- STRAKOVÁ, J., POTUŽNÍKOVÁ, E., TOMÁŠEK, V. *Vědomosti, dovednosti a postoje českých žáků v mezinárodních srovnání*. In P. Matějů & J. Straková, Ne)rovné šance na vzdělání, vzdělanostní nerovnosti v České republice. Praha: Academia, 2006.
- Výsledky mezinárodního výzkumu PISA 2006. *Učiteléské noviny*. 2008, č. 01. Dostupné na internetu: <http://www.ucitelskenoviny.cz/?archiv&clanek=788&PHSESSID=0f25f5ca140cecb2f5e2a53fa17d088d>
- VASILOVÁ, Z., PROKŠA, M. *Čitateľská gramotnosť žiakov ZŠ vo svetle úspešnosti riešenia komplexných úloh*. [online]. 2013, roč. 4, č. 1 [cit. 2015-01-29]. Dostupné na internetu: <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/viewFile/46/44>

Induktívne sprostredkovanie konceptu periodický zákon

Mgr. Jana Bronerská

Katedra chémie
Pedagogická fakulta
Trnavská univerzita v Trnave
Priemyselná 4, 918 43 Trnava
Slovenská republika
jana.bronerska@tvu.sk

Abstract

The article introduces a teaching suggestion of the concept of Periodic Law and clarifies the procedures for inductive approach in lower secondary education. This approach is based on the identification of physical and chemical properties of elements and the creation of periodic system. The result of inductive approach to the periodic law is that students are able to predict the properties of elements. It is inspired by the historical origin of Mendeleev's creation of the periodic system. The prepared material solves the problem of transition in three levels of chemistry, but the importance is placed on the creation the periodic law on the macroscopic level.

Úvod

Katedra chémie na Trnavskej univerzite sa už istý čas zaoberá využívaním induktívnych postupov pri sprístupňovaní vybraných chemických tém. Predmetom príspevku je materiál pripravený pre žiakov 8. ročníka základnej školy, príp. tercie osemročného gymnázia, k téme periodický zákon. Predstavovaný materiál je štvrtou verziou navrhovaných vyučovacích hodín, ktoré stále podliehajú úpravám po zúčastnenom pozorovaní v priebehu ich aplikácie a po diskusii s učiteľmi, ktorí tento materiál v praxi overujú. Súčasťou pripravovaného materiálu je aj brožúra o dvadsiatich prvkoch, 20 kartičiek predstavujúcich vlastnosti dvadsiatich prvkov a 20 kartičiek s náčrtom modelu vnútornej štruktúry atómov týchto prvkov (ktoré sú pred poslednou vyučovacou hodinou nalepené na zadnú stranu kartičiek prvkov). Pre učiteľov je pripravená metodická príručka s podrobnými poznámkami a postrehmi zo sledovaných vyučovacích hodín. Učitelia vyučovaniu tejto témy venujú podľa pripraveného materiálu 5 vyučovacích hodín. Pracovný list pre žiakov obsahuje v závere zhrnutie k téme periodický zákon a je na voľbe učiteľa, či mu venuje pozornosť na ďalšej vyučovacej hodine, alebo ho ponechá žiakom ako samostatné štúdium pred overovaním ich vedomostí. Čitateľ bude v príspevku oboznámený s charakterom induktívneho vzdelávania témy periodický zákon, s prvkami výskumne ladenej koncepcie vzdelávania, ktoré sú v priebehu pripraveného vyučovania využívané a podstatnú časť príspevku tvorí ukážka navrhovaných vyučovacích hodín, ktorá je scenárom pracovného zošita pre žiakov.

Induktívna dimenzia vzdelávania

V súčasnosti sa čoraz viac rieši v kruhu odborových didaktikov otázka prístupov vo vyučovaní prírodných vied. Je snahou doteraz zaužívané prevažne deduktívne postupy vyučovania transformovať do induktívnej podoby. Jedným z induktívne orientovaných prístupov je výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (IBSE), vychádzajúca z teórie konštruktivismu. Charakteristickými črtami IBSE je skupinová práca a žiacke skúmanie spojené s diskusiou žiakov o danej problematike. Informácie získané induktívnym spôsobom tvoria kostru teórie, ku ktorej žiaci prichádzajú vlastným úsilím, prácou a premýšľaním.

Periodický zákon vznikol ako výsledok usporiadania prvkov do sústavy a objavenia pravidelného opakovania ich fyzikálnych a chemických vlastností. Výsledkom poznania periodického zákona by mala byť schopnosť žiakov efektívne používať periodickú sústavu prvkov. To znamená, že žiak by mal periodickú sústavu prvkov vnímať, ako pomôcku, prostredníctvom ktorej dokáže premýšľať o vlastnostiach prvkov. Pripravený pracovný zošit pre žiakov sa snaží práve induktívnou cestou poznávania žiakom sprostredkovať význam periodického zákona a usporiadania prvkov do periodickej sústavy prvkov.

Zmena v prístupoch vo vyučovaní sa ukázala ako potrebná aj po realizácii výskumu v oblasti zisťovania žiackych poznatkov v téme periodický zákon a zistenia žiackej neschopnosti používať periodickú sústavu prvkov ako pomôcku vo vyučovaní pri určovaní vlastností prvkov. Žiaci majú dokonca problém identifikovať niektoré vlastnosti látok a práve prostredníctvom vlastností prvkov je možné žiakom sprostredkovať funkčnosť periodického zákona (Bronerská, 2013). Periodická sústava prvkov je jedným zo semiotických nástrojov, ktoré sa vo vyučovaní vyskytujú, ale je zjavné, že sa stáva skôr cieľom vzdelávania ako jeho prostriedkom (Held, 2014).

Prvky výskumne ladenej koncepcie prírodovedného vzdelávania

Typická výskumne ladená aktivita v prírodovednom vzdelávaní je spájaná s niektorými podstatnými fázami skúmania. V súvislosti s navodením problému v úvode hodiny vytvorí učiteľ *stimulujúcu situáciu*, ktorá by mala byť dostatočne silná na to, aby žiaci začali *tvoriť implicitné a explicitné otázky*, ktoré súvisia s navodenou situáciou. Tie vyúsťujú do *formulácie výskumného problému*. Z verbalizovaného výskumného problému, resp. výskumnej otázky žiaci vytvárajú svoje *predpoklady a hypotézy* pre riešenie problémovej situácie. Tento predpoklad je potrebné následne overovať. Existuje niekoľko rôznych spôsobov, ako daný *predpoklad overiť*: experiment, analógia alebo model, bezprostredná manipulácia (pokus a omyl), pozorovanie a hľadanie v informačných zdrojoch. Overením svojej hypotézy žiaci *interpretujú svoje výsledky a konfrontujú vzniknuté závery*. A poslednou dôležitou fázou je *transfer do novej situácie*, ktorý úzko súvisí s interpretáciou výsledkov. Rovnaký princíp žiak overuje v novej situácii a získané informácie konfrontuje s inými vedomosťami (Held, 2011).

Využívanie niektorých prvkov výskumne ladenej koncepcie prírodovedného vzdelávania vo vyučovaní je dôležitým krokom pre nahradenie prevažne deduktívnych postupov vo vyučovaní induktívnymi a klásť dôraz na prácu žiakov a účelnejšiu cestu poznávania prírodných zákonitostí. Pri zisťovaní podstaty periodického zákona sme využili najmä vyššie spomenuté spôsoby, ktorými je možné svoje predpoklady overovať. Ide o priame pozorovanie prvkov, prípadne pozorovanie prvkov v priebehu učiteľovej demonštrácie, bezprostredná manipulácia s prvkami a hľadanie v informačných zdrojoch. Týmto rôznymi spôsobmi žiaci skúmajú vlastnosti prvkov, ktoré sú dôležité pre vytvorenie systému prvkov. Podľa úrovne vedenia žiakov učiteľom a samostatnosti žiakov sú vymedzené štyri typy skúmania – inquiry. Najjednoduchším je *confirmation inquiry (potvrdzujúce skúmanie)*, nasleduje *structured inquiry (štruktúrované skúmanie)*, o niečo náročnejším je *guided inquiry – riadené skúmanie* a najbližšie vedeckému skúmaniu je *open inquiry (otvorené skúmanie)*. Pripravený vyučovací materiál má charakter structured inquiry – skúmanie je riadené učiteľom, pričom žiakom poskytne na začiatku otázku týkajúcu sa riešenej problematiky a následne poskytne postup pre skúmanie. Žiaci na základe vyhodnocovania a analýzy zhromaždených údajov formulujú a vysvetľujú svoje zistenia (Banchi a Bell podľa Trna, Krejčí, 2012).

Dôležitým aspektom pri skúmaní v chémii je hmota a úroveň, na ktorej ju prezentujeme. Gabel (1999) vyme-

dzil dve úrovne chémie a to mikroskopickú a makroskopickú, pričom nesmieme zabúdať na ich sprostredkovanie symbolmi, či vzorcami. Na základe toho Johnstone (2000) vytvoril trojuholník (Obr. 1), ktorý je schémou pre znázornenie porozumenia vede na troch úrovniach. V prípade sprostredkovania významu periodického zákona induktívnym postupom je makroúroveň reprezentovaná fyzikálnymi vlastnosťami, ktoré je možné zisťovať pozorovaním, resp. jednoduchý pokusom. Submikroúroveň súvisí s periodicitou usporiadania elektrónov vo vnútornej štruktúre atómov prvkov. Podobnosť fyzikálnych vlastností prvkov je tak spôsobená podobnosťou v usporiadaní elektrónov v elektrónovom obale atómov prvkov. Symbolická úroveň periodického zákona sa prejavuje prostredníctvom periodickej sústavy prvkov, ktorá je plná značiek a číselných údajov. Len správne porozumenie periodického zákona umožňuje žiakovi plnohodnotne využívať periodickú sústavu prvkov na svoju prácu a pozeráť sa na ňu ako pomôcku, pomocou ktorej je možné uvažovať o vlastnostiach prvkov.

Pri príprave nového vyučovacieho materiálu k téme periodický zákon bolo cieľom, aby postup získavania poznatkov mal induktívny charakter s využitím prvkov IBSE. Postup korešponduje aj s historickým pozadím objavu periodického zákona. Cesta k vytvoreniu systému v prvkoch u žiakov je podobná s cestou Dmitrija Ivanoviča Mendelejeva. Žiak musí najskôr spoznať prvky na ich makroskopickú úroveň pozorovaním vlastností a realizovaním jednoduchých pokusov.

Obr. 1: Tri úrovne chémie podľa A. H. Johnstona (2000)



Skúmanie prvkov vedie k poznaniu ich typických vlastností ako je skupenstvo, tvrdosť, kujnosť, ťažnosť, elektrická vodivosť a správanie sa prvku pri styku s vodou. Všetky vlastnosti prvkov sú zaznamenané okrem pracovného zošita žiaka aj do kartičiek, pričom každá kartička predstavuje jeden prvok. Po preskúmaní vlastností prvých dvadsiatich prvkov periodickej sústavy prvkov sa stavia pred žiakov otázka usporiadania prvkov a vytvorenia určitého poriadku v nich. Pripravené kartičky s vlastnosťami prvkov majú za úlohu usporiadať podľa vybraných kritérií. Hlavným cieľom je tak usporiadanie prvkov do zmysluplného systému na základe podobných vlastností, pričom si žiaci prirodzene osvoja podstatu usporiadania prvkov.

Materiál je konštruovaný pre skupinovú prácu žiakov, pričom žiaci pracujú v 4-5 členných skupinách. Spoločne v skupinách a v priebehu piatich vyučovacích hodín skúmajú vlastnosti prvých dvadsiatich prvkov a tieto prvky usporadúvajú do systému, v ktorom objavujú aj periodicitu v rámci vnútornej štruktúry atómov prvkov. Tento spôsob vyučovania je dôležitý najmä vo fáze diskusie, kedy žiaci začínajú byť aktívni a ich práca trvá až do konca vyučovacej hodiny. Žiaci tak rozvíjajú schopnosť komunikovať, prezentovať vlastné výsledky a argumentovať.

Modely vyučovacích hodín s prvkami IBSE

Pracovný zošit je pripravený pre vyučovanie konceptu periodický zákon v zmysle spomínaného induktívneho postupu, pričom využíva prvky výskumne ladenej koncepcie prírodovedného vzdelávania pri získavaní informácií, ako je napríklad pozorovanie, priama manipulácia s predmetmi, vyhľadávanie v informačných zdrojoch. Pred samotným riešením problematiky vlastností prvkov je potrebné zopakovať a v prípade potreby objasniť pojmy ako látka, prvok a zlúčenina. Tomuto sa venuje úvodná strana pracovného zošita. Tá obsahuje obrázok so siedmymi prvkami, pričom súvisí s úvodnou diskusiou na prvej vyučovacej hodine. Cieľom tejto diskusie je, aby si žiaci sami spomenuli na rôzne vlastnosti, ktoré je možné u látok pozorovať. Niektoré vlastnosti poznajú z bežného života, prípadne z predchádzajúceho vyučovania. V priebehu skúmania vlastností látok sa žiaci oboznámia s ďalšími novými vlastnosťami, ktorými je možné charakterizovať prvky.

Koncepcia žiackeho objavenia periodického zákona má historické pozadie (Strathern, 2005, Dopisy Dmitrije Ivanoviče Mendělejeva českému chemiku Bohuslavovi Braunerovi, 1952). Mendelejev pri vytváraní systému vychádzal z vlastností vtedy známych prvkov, pričom okrem fyzikálnych vlastností sledoval aj vlastnosti zlúčenín, ktoré dané prvky vytvárali. Traduje sa myšlienka že vlastnosti týchto prvkov si postupne zapisoval na kartičky a snažil sa ich nejako zmysluplne usporiadať.

Pripravený vyučovací materiál zahŕňa 5 modelových vyučovacích hodín, pričom pracovný zošit je rozpracovaný pre týchto 5 vyučovacích jednotiek a vedie žiakov k porozumeniu periodického zákona. Proces žiackeho objavenia periodickej sústavy je rozdelený do troch významných častí, pričom sa prechádza všetkými tromi úrovňami chémie:

- Zisťovanie vlastností prvých dvadsiatich prvkov periodickej sústavy – zisťovanie vlastností prvkov sa deje tromi rôznymi spôsobmi. Najskôr ide opria-

me pozorovanie prvkov pri manipulácii s nimi a uskutočňovaním jednoduchých pokusov na zisťovanie ich skupenstva, tvrdosti, kujnosti, elektrickej vodivosti prvku a jeho správania sa pri styku s vodou. Pozorovanie ďalších prvkov, sa deje prostredníctvom učiteľovej demonštrácie najmä z bezpečnostných dôvodov pri manipulácii s prvkami. Posledný spôsob na zisťovanie vlastností prvkov je hľadanie informácií v brožúre o dvadsiatich prvkoch. Zisťovanie vlastností prvkov sa deje na makroskopickú úroveň, pričom pri zápise vlastností do kartičiek sa žiaci oboznamujú aj so značkami daných prvkoch, ktoré sú súčasťou symbolickej úrovne chémie.

- Vytváranie systému prvkov – na základe pozorovaných a zistených vlastností prvkov žiaci vytvárajú najskôr skupiny podobných prvkov. Následne pri porovnávaní vzorcov typických zlúčenín vytvárajú 8 skupín prvkov s podobnými vlastnosťami. Stále sa žiaci orientujú na úrovni makro sveta. Porovnávajú fyzikálne vlastnosti prvkov. Hľadanie podobných prvkov na základe podobných zlúčenín je opäť prepojené so symbolickou úrovňou, keďže žiaci nachádzajú podobné prvky podľa podobnosti vzorcov zlúčenín daných prvkov. Po vytvorení systému dvadsiatich prvkov sa prechádza do mikroúrovne chémie, kedy žiaci porovnávajú vnútorné štruktúry atómov daných prvkov a nachádzajú podobnosti v štruktúre v rámci skupín a periód systému prvkov.
- Predpokladanie vlastností neznámeho prvku – vytvorením periodickej sústavy dvadsiatich prvkov a porozumením periodickeho systému je spôsobilosť žiakov predpokladať vlastnosti nejakého pre nich neznámeho prvku. Žiaci premýšľajú na makroskopickú úroveň a snažia sa na základe umiestnenia prvku v tabuľke a poznania vlastností prvkov, ktoré sa s ním nachádzajú v skupine, predpokladať jeho fyzikálne vlastnosti. Podobne dokážu predpokladať umiestnenie elektrónov v obale atómu prvku. Prechádzajú aj do podobností prvkov v rámci ich vnútornej štruktúry, t.j. na úrovni mikro sveta.

Na základe skupinovej práce žiakov a ich manipulácie s kartičkami, vyplnenými počas pripravených vyučovacích hodín, žiaci dospejú k pochopeniu princípu usporiadania prvkov do periodickej sústavy prvkov. Učiteľ koordinuje a kontroluje prácu žiakov, najmä v momente, keď na základe typických zlúčenín prvkov vytvárajú žiaci skupiny prvkov a následne vytvárajú prehľadný systém. Logicky usporiadať prvky na makro úrovni sa dá prostredníctvom poznania ich fyzikálnych vlastností. Aj keď ide o zjavne jednoduchý postup, žiaci majú problém s vlastnosťami prvkov. Dôležité je, aby si najskôr tieto

pojmy ujasnili a jednotlivé vlastnosti priamo skúmali. Prevažná časť navrhovaného modelu je zameraná na skúmanie vlastností a až následne sa na základe po-

dobností prvkov vytvára systém a zisťujú podobnosti aj vo vnútornej štruktúre atómov prvkov.

Ukážka navrhnutých vyučovacích hodín

Prvá vyučovacia hodina – Skúmame vlastnosti prvkov I

Čo je našou úlohou?

Každá skupina žiakov má pred sebou niekoľko vzoriek prvkov (horčík (Mg), hliník (Al), uhlík (C), síra (S)). Pozorujte vlastnosti týchto prvkov a diskutujte o nich v skupine. Každá skupina má pripravené kartičky, pričom každá kartička predstavuje vlastnosti jedného prvku. Niektoré vlastnosti tam chýbajú. Vašou úlohou je na základe pozorovania prvkov tieto vlastnosti do tabuľky v pracovnom zošite aj do kartičiek doplniť.

1. krok: Najskôr pracujte so vzorkou horčíka (Mg). Skúmajte tento prvok a do kartičky doplňte jeho skupenstvo.

horčík _____

2. krok: Pomocou jednoduchého elektrického obvodu (LED diódy, baterky a drôťkov) zistíte, či je tento prvok elektricky vodivý a svoje zistenie zapíšete.

3. krok: Vezmite si tento prvok do ruky a určite, či je tvrdý alebo mäkký.

horčík _____

4. krok: O prvku, ktorý je možné kuť – údermi kladiva zmenšujeme jeho hrúbku (stenčujeme ho), ale nerozbijeme ho, hovoríme, že je kujný. Pomocou kladiva a podložky zisťujete, či je tento prvok kujný alebo nie. Ak je prvok tvrdý, ale údermi kladiva sa rozbije, hovoríme, že je krehký. Údaje doplňte do zošita aj do kartičky.

horčík _____

5. krok: O prvku, ktorý keď zahrievame a tvarujeme je možné vyrobiť drôť, hovoríme, že je ťažný. Túto vlastnosť by bolo nebezpečné skúmať v triede, preto skúste premýšľať nad tým, či tento prvok bol kujný a dal sa tvarovať a či by bolo možné z neho vyrobiť aj drôť. Doplňte do zošita aj do kartičky, či je prvok ťažný alebo nie.

horčík _____

6. krok: Teraz skúmaný prvok vhodte do vody a pozorujte ako sa správa pri styku s vodou. (Pozorujte dlhší čas!) Do zošita aj do kartičky napíšte, čo ste pozorovali.

horčík _____

7. krok: Rovnako postupujte aj s ďalšími prvkami – hliník (Al), síra (S) a uhlík (C), ktoré máte v skupine a určite ich vlastnosti: skupenstvo, elektrickú vodivosť, tvrdosť, kujnosť, ťažnosť a to ako sa prvok správa pri styku s vodou. Tieto vlastnosti doplňte do zošita aj do kartičiek.

Tab. 1 Tabuľka pre doplnenie vlastností prvkov S, C a Al

	Síra (S)	Uhlík (C)	Hliník (Al)
Skupenstvo			
Elektrická vodivosť			
Tvrdosť			
Kujnosť			
Ťažnosť			
Ako sa prvok správa pri styku s vodou?			

Druhá vyučovacia hodina – Skúmame vlastnosti prvkov II

Čo je našou úlohou?

1. krok: Učiteľ má pred sebou vzorky troch prvkov – sodík (Na), draslík (K) a vápnik (Ca). S týmito vzorkami pracuje len učiteľ. Vašou úlohou je pozorovať vlastnosti týchto prvkov počas učiteľovej manipulácie s nimi. Zisťujte o prvkoch nasledovné: Aké je ich skupenstvo? Sú elektricky vodivé? Či sú tvrdé alebo mäkké? Či sú kujné a ťažné? Ako sa správajú pri styku s vodou?

Tab. 1: Tabuľka pre doplnenie vlastností prvkov Na, K a Ca

	Sodík (Na)	Draslík (K)	Vápnik (Ca)
Skupenstvo			
Elektrická vodivosť			
Tvrdosť			
Kujnosť			
Ťažnosť			
Ako sa prvok správa pri styku s vodou?			

2. krok: V skupine máte tri kartičky, ktoré patria týmto prvkom. Niektoré vlastnosti na nich ale chýbajú, vašou úlohou je doplniť ich na základe pozorovania prvkov. Doplňte vlastnosti do kartičiek. Skontrolujte, či sú všetky vlastnosti týchto kartičkách doplnené!

3. krok: Doplnené kartičky z minulej hodiny (hliník, horčík, síra, uhlík) a z dnešnej hodiny (sodík, draslík a vápnik) si spoločne skontrolujte.

Čo sme zistili?

- Aké vlastnosti môžeme u prvkov pozorovať?
- Ktoré z pozorovaných prvkov sú kujné (stenčíme na pliešok) a ťažné (vyrobíme z nich drôtik).
- Ktoré zo skúmaných prvkov sú elektricky vodivé?
- Našli ste medzi skúmanými prvkami aj prvky, ktoré mali niekoľko vlastností podobných. Ak áno, napíšte, ktoré skúmané prvky sú podobné aspoň v troch vlastnostiach.

Tretia vyučovacia hodina – Aké sú vlastnosti ďalších prvkov?

Po súčasnosť bolo objavených a pripravených 114 prvkov. Vedci spoznali vlastnosti takmer všetkých týchto prvkov. My sme na minulých hodinách spoznali vlastnosti siedmich prvkov. Každý prvok sa vyznačuje viacerými vlastnosťami, ale nie je možné, aby sme skúmali a pozorovali všetky existujúce prvky. Pomôžeme si skúsenosťami z bežného života a informáciami z pripravenej brožúry o dvadsiatich prvkoch.

Čo je našou úlohou?

Každá skupina má k dispozícii 13 nových kartičiek. Každá kartička predstavuje vlastnosti jedného prvku, ako napríklad: jeho skupenstvo, v ktorom sa vyskytuje pri izbovej teplote; teplotu topenia; elektrickú vodivosť; tvrdosť; kujnosť a ťažnosť; správanie sa pri styku s vodou a typické zlúčeniny pre daný prvok. Sedem prvkov sme doplnili na minulých hodinách, dnes budeme zisťovať vlastnosti ďalších trinástich prvkov.

1. krok: Pracujte s pripravenou brožúrou o dvadsiatich prvkoch. Zisťujte informácie o prvkoch a doplňte do kartičiek tie vlastnosti, ktoré tam chýbajú, podobne ako na predchádzajúcich hodinách.

Kartička predstavujúca sodík, ktorú sme doplnili na minulej hodine, by u vás mala vyzeráť približne tak, ako je na obrázku (Obr. 2).

Obr. 2 Kartička predstavujúca vlastnosti sodíka

Sodík – Na
Protónové číslo: 11
Skupenstvo: pevné
Teplota topenia: 98°C
Elektrická vodivosť: vodivý
Tvrdosť: mäkký
Kujnosť a ťažnosť: áno
Ako sa správa pri styku s vodou: prudko reaguje
Typické zlúčeniny: NaOH, NaCl

Čo sme zistili?

Poznáme už vlastnosti dvadsiatich prvkov. Nachádzali sa medzi týmito prvkami aj prvky s podobnými vlastnosťami?

Ak áno, ktoré prvky sú podobné? Napíšte skupiny prvkov, ktoré majú čo najviac podobných vlastností, zamerajte sa aj na zlúčeniny, ktoré prvky tvoria.

Štvrtá vyučovacia hodina – Od chaosu k poriadku

Na predchádzajúcich hodinách sme spoločne zistili, aké sú vlastnosti dvadsiatich prvkov. Podľa čoho by ste tieto prvky usporiadali, aby sme v nich nemali taký „chaos“?

Čo je našou úlohou?

1. krok: Usporiadajte kartičky s prvkami vedľa seba podľa ich protónového čísla od najnižšieho po najvyššie. Protónové číslo vyjadruje okrem počtu protónov v jadre aj počet všetkých elektrónov v obale atómu.

2. krok: Zistíte, ktoré prvky, skúmané na predchádzajúcich hodinách mali podobné vlastnosti, zamerajte sa najmä na zlúčeniny, ktoré dané prvky vytvárajú.

litium tvorí podobné zlúčeniny ako _____
berýlium tvorí podobné zlúčeniny ako _____
bór tvorí podobné zlúčeniny ako _____
uhlík tvorí podobné zlúčeniny ako _____
dusík tvorí podobné zlúčeniny ako _____
kyslík tvorí podobné zlúčeniny ako _____
fluór tvorí podobné zlúčeniny ako _____
hélium tvorí podobné zlúčeniny ako _____

3. krok: Podobné prvky usporiadajte nasledovne:

- kartičky prvkov, ktoré sú podobné ako lítium, umiestnite pod lítium podľa stúpajúceho protónového čísla
- kartičky prvkov, ktoré sú podobné ako berýlium, umiestnite pod berýlium podľa stúpajúceho protónového čísla
- rovnako postupujte aj s prvkami podobnými ako bór, uhlík, dusík, kyslík, fluór a hélium.

4. krok: Vodík je najľahším a najjednoduchším prvkom a umiestňuje sa nad lítium ako prvý prvok.

5. krok: Usporiadanie prvkov si skontrolujte s učiteľom.

6. krok: Na miesto v zošite si načrtnite, ako ste v skupine so spolužiakmi tieto kartičky usporiadali.

Čo sme zistili?

V skupine ste spoločne usporiadali dvadsať prvkov. Skúste vlastnými slovami napísať, ako ste tieto prvky usporiadali.

Piata vyučovacia hodina – Tabuľka prvkov je aj tabuľkou atómov

Na minulej hodine ste usporiadali prvky a vytvorili tak systém z týchto dvadsiatich prvkov. Podobne je možné usporiadať aj ďalšie existujúce prvky. Diskutujte v skupine o tom, čím môže byť spôsobené to, že niektoré prvky majú podobné vlastnosti?

Takýmto spôsobom, ako ste vytvorili vy v skupinách, vytvoril systém prvkov ruský chemik Dmitrij Ivanovič Mendelejev. Objavil tak prírodný zákon o usporiadaní prvkov, ale vedcom nebolo jasné, prečo to tak naozaj funguje. V časoch, keď sa o to Mendelejev pokúšal, nebola známa vnútorná štruktúra atómu. Riadil sa len poznatkami o vlastnostiach prvkov a tým, aké zlúčeniny tieto prvky tvorili. O niekoľko desaťročí neskôr sa zistilo, že atóm je tvorený jadrom (v ktorom sa nachádzajú neutróny a protóny) a obalom (v ktorom sa nachádzajú elektróny). Vedci začali skúmať aj vnútornú štruktúru atómov prvkov a vtedy sa všetky veci ujasnili.

Čo je našou úlohou?

1. krok: Ešte raz na lavicu usporiadajte kartičky s prvkami tak, ako ste ich usporiadali na minulej hodine. (Pomôžte si obrázkom, na ktorý ste nakreslili vami usporiadané prvky).

2. krok: Teraz každú jednu kartičku prevráťte na opačnú stranu a položte na to isté miesto, kde bola umiestnená vo vašom systéme.

3. krok: Na kartičkách teraz vidíte tie isté prvky, ale namiesto fyzikálnych a chemických vlastností prvkov sú znázornené modely vnútorných štruktúr atómov týchto prvkov. Na príklade sodíka (Obr. 3) si vysvetlíme, čo tento náčrt vyjadruje.

Obr. 3 Vysvetlenie modelu vnútornej štruktúry atómu sodíka



Vrstva najbližšie k jadru je *prvá vrstva*.

Vrstva, ktorá je najďalej od jadra a sú na nej ešte umiestnené elektróny – *valenčná vrstva*.

Elektróny nachádzajúce sa na valenčnej vrstve sa nazývajú – *valenčné elektróny*.

4. krok: Spoločne sa v skupine pozrite na vnútorné štruktúry atómov všetkých dvadsiatich prvkov. Našli ste nejaký zaujímavý vzťah medzi usporiadaním prvkov a ich vnútornou štruktúrou?

Prvky, ktoré sa nachádzajú v rovnakom stĺpci majú _____

Prvky, ktoré sa nachádzajú v rovnakom riadku majú _____

Keďže ste zistili, akým spôsobom sa opakujú vlastnosti prvkov a štruktúra ich atómov, pokúste sa predpokladať približné vlastnosti prvku kryptón – Kr, ktorého protónové číslo je 36 a načrtnúť umiestnenie elektrónov v jeho elektrónovom obale. Pomocť vám môže periodická tabuľka prvkov, ktorú má každá skupina.

Záver

Čitateľovi sme v príspevku objasnili charakter induktívnej dimenzie vzdelávania a potrebu jej aplikácie do témy periodický zákon. Predstavili sme scenár piatich vyučovacích hodín, ktoré vedú k porozumeniu periodického zákona a sú inšpirované historickým pozadím jeho objavu. V priebehu vyučovania sú využívané postupy zisťovania poznatkov, ktoré sú typické pre IBSE. Predstavená verzia pracovného zošita je momentálne predmetom ďalšieho overovania v praxi a jej postupného vylepšovania.

Literatúra

BRONERSKÁ, J. Predstavy žiakov o vlastnostiach látok v kontexte periodického systému prvkov. In: *Aktuální problémy disertačních prací oboru didaktika chemie. Zborník z medzinárodnej konferencie študentů doktorského štúdia didaktiky chemie*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2013, s. 48 – 56.

Dopisy Dmitrije Ivanoviče Mendělejeva českému chemiku Bohuslavovi Braunerovi. Praha : Technicko . vědecké vydavatelství, 1952.

GABEL, D. Improving Teaching and Learning through Chemistry : Education Research : A Look to the Future. In: *Journal of Chemical Education* [online]. vol. 76, no. 4, 1999, [cit.

2013-11-15], pp. 548-554. Dostupné na internete :

<<http://www.sas.upenn.edu/~patann/jchemgabel.pdf>>

HELD, Ľ. *Induktívno-deduktívna dimenzia prírodovedného vzdelávania*. Trnava : TYPI UNIVERSITAS TYRNAVIENSIS, 2014. ISBN 978-80-8082-787-8.

HELD, Ľ. ET AL. *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania : IBSE v slovenskom kontexte*. Trnava : TYPI UNIVERSITAS TYRNAVIENSIS, 2011. ISBN 978-80-8082-486-0.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of Chemistry – Logical or Psychological? In: *Chemical Education : Research and Practice in Europe*. vol. 1, no. 1, 2000, pp. 9 – 15. Podľa: BARKE, H. D., HAZARI, A., YITBAREK, S. *Misconception in Chemistry* :

Addressing Perceptions in Chemical Education. [s.l.] : Springer, 2009. ISBN 978-3-540-70988-6.

STRATHERN, P. *Mendělejevův sen putování po stopách prvků*. Praha : BB/art s.r.o., 2005. ISBN 80-7341-543-7. Z anglického originálu Mendeleyev's Dream, 2000 preložila Lucie Černá.

TRNA, J., KREJČÍ, J. Web support of experiments [online]. In: *Proceedings of the 9th International Conference on Hands-on Science*. Turkey, Antalya : Akdeniz University, 2012. Dostupné na internete :

<http://profiles.ped.muni.cz/data/publikace/9_Web_Support_of_Experiments.pdf>

ISSN 1338-1024