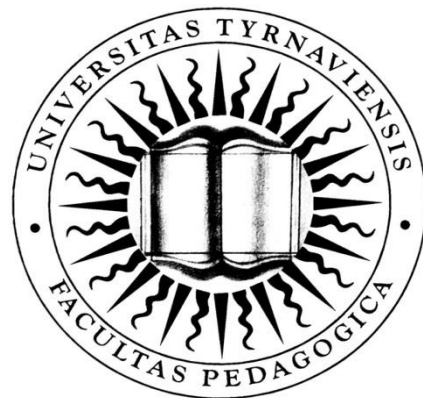


biológia ekológia chémia



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

biológia ekológia chémia

časopis pre školy
ročník 20
číslo 3
2016

ISSN 1338-1024

rubriky

DIDAKTIKA PREDMETU

návrhy na spôsob výkladu učiva,
interpretovanie skúseností z vyučovania,
organizovanie exkurzií, praktických
cvičení a pod.

ZAÚJÍMAVOSTI VEDY

odborné vedecké články, najnovšie
vedecké objavy, nové odborné
publikácie a pod.

NOVÉ UČEBNICE

nové učebnice z biológie, ekológie,
chémie

INFORMUJEME A PREDSTAVUJEME

rozličné aktuálne informácie z rôznych
podujatí v oblasti školstva, informácie
z MŠ SR, z vedeckých inštitúcií, študijné
smery, odbory univerzít v SR, vedecké
pracoviská, uplatňovanie absolventov

NAPÍSALI STE NÁM

námety, otázky čitateľov

OLYMPIÁDY A MIMOŠKOLSKÉ AKTIVITY

informácie o biologických a chemických
olympiádach, podnety na samostatnú
a záujmovú prácu žiakov mimo
vyučovacieho procesu

RECENZIE

posúdenie nových publikácií z odborov

OSOBNOSTI A VÝROČIA

profil osobností z chemických
a biologických vied, jubileá

NÁZORY A POLEMIKY

diskusie z korešpondencie čitateľov

NÁPADY A POSTREHY

rozličné námety použiteľné vo vyučovaní,
pripomienky k učebniciam, možnosti
používania alternatívnych učebníc,
iných pomôcok, demonštrovanie pokusov
a pod.

PREČÍTALI SME ZA VÁS

upozornenie na zaujímavé články,
knihy, weby

vydavateľ

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



redakcia

Trnavská univerzita v Trnave
Pedagogická fakulta
Katedra chémie

editor čísla

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

redakčná rada

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

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

ISSN 1338-1024



obsah

DIDAKTIKA PREDMETU

2

Výučba chémie pre 21. Storočie

Mária Ganajová, Ivana Sotáková, Mária Siváková

10

Současnost a perspektivy badatelsky orientované výuky

Věra Čížková, Hana Čtrnáctová

14

Možnosti využitia bádateľských aktivít vo výučbe prírodovedných predmetov

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

19

Mapovanie bádateľských zručností žiakov stredných škôl

Brigita Balogová, Zuzana Ješková

26

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

Petr Šmejkal, Marek Skoršepa, Eva Stratilová Urválková

33

Zisťovanie úrovne prírodovednej gramotnosti vysokoškolákov využitím metodiky TOSLS

Darina Lešková, Katarína Ušáková, Elena Čipková

41

Zisťovanie úrovne vedomostí žiakov 6. ročníka základných škôl z biológie

Soňa Nagyová, Katarína Ušáková, Elena Čipková, Mária Kucháriková

INFORMUJEME, PREDSTAVUJEME

47

Bezpečnosť a regulácia potravinárskych aditív

Ján Reguli, Ivona Paveleková

NÁPADY A POSTREHY

50

Experimentovanie s polymérmi

Jana Braniša, Zita Jenisová, Zuzana Pucherová

RECENZIE

55

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

Alžbeta Hornáčková

recenzenti

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

Výučba chémie pre 21. storočie

Mária Ganajová¹
Ivana Sotáková¹ & Mária Siváková²

¹Oddelenie didaktiky chémie
Prírodovedecká fakulta
Univerzita P. J. Šafárika v Košiciach
Moyzesova č. 11, 040 01 Košice
Slovensko
maria.ganajova@upjs.sk
ivana.sotakova@upjs.sk

²Štátny pedagogický ústav
Pluhová č. 8, 830 00 Bratislava
Slovensko
maria.sivakova@statpedu.sk

Abstract

What is learning for the 21st Century? How to educate and evaluate the graduates for successful in a changing world of work? The Framework for 21st Century Learning represents the core of basic knowledge by 21st century themes, such as New and renewable energy sources, Water quality, Climate change, etc. Another area of education, skills related to learning, which include critical thinking, solving problems, communication skills, self assessment and skills for the development of scientific literacy as the formation of hypotheses, design methods of solutions, formation of conclusions and argumentation. All these areas intertwined in evaluation process. Values should be in addition to knowledge; understanding and development of skills, so it is necessary use the tools of summative assessment and also use the formative assessment tools.

Keywords: 21st Century Themes for Chemical Education; 21st Century Skills; Project Based Learning; Inquiry-based Learning; Formative Assessment.

Úvod

V 21. storočí sa zdôrazňuje význam výučby prírodných vied a matematiky pre ekonomický rast krajín. Dôraz vo vzdelávaní sa presúva od obsahu na rozvoj zručností pre 21. storočie (cez obsah), ktoré súvisia s učením sa, ako aj s uplatnením mladých ľudí na trhu práce. Rozvíjať tieto zručnosti je dôležité pre každú pracovnú silu, ktorá bude žiť v technologicky vyspelejšej ekonomike (Hanushek, Woessmann, 2008). Ako sa zdôrazňuje v správe OECD z roku 2015 *“Hospodársky rast a sociálny rozvoj krajín závisia od zručností populácie, preto je cieľom vzdelávania po roku 2015 aby mladí ľudia získali nielen prístup ku vzdelávaniu, ale aj spôsobilosti pre prácu a ďalšie vzdelávanie”* (Schleicher, OECD, 2015).

Na Slovensku túto požiadavku zdôrazňujú aj analýzy medzinárodných porovnávacích výskumov OECD PISA 2006, 2009, 2012, kde sa poukazuje na nízku úroveň čitateľskej, matematickej a prírodovednej gramotnosti slovenských žiakov (Národné správy PISA 2003-2012, NÚCEM) Naši žiaci sústavne dosahujú štatisticky významne nižší výkon ako je priemer krajín OECD (Santiago et al., 2012). Ovládajú síce množstvo prírodovedných poznatkov, ale nevedia samostatne uvažovať o

prírodovedných javoch a súvislostiach, skúmať ich, vytvárať hypotézy, hľadať a navrhovať cesty riešenia, interpretovať zistené dáta, formulovať závery a používať dôkazy pri argumentácii (Holec a kol., 2010). Ako ďalej v prírodovednom vzdelávaní je jednou z kľúčových otázok školstva nielen na Slovensku.

Ako zvýšiť porozumenie základných poznatkov z „jadra chémie“?

Naše vzdelávanie je výrazne zaťažené akademickými tradíciami – v oblasti kurikula (obsahu) aj vyučovacích metód. Otázka je, či to, čo učíme, je potrebné pre život a prácu v rôznych oblastiach a či metódy, ktoré používame, zabezpečujú požadované vedomosti, zručnosti a postoje absolventov pre budúce uplatnenie sa v reálnej praxi (Koršňáková, 2005).

Ako vyplýva z analýzy výskumov medzinárodných meraní PISA, na Slovensku sa pri výučbe prírodných vied preferuje štúdium teórie pred rozvojom požadovaných kompetencií. Žiaci majú malú možnosť riešiť reálne problémy zo života a praxe. Prevládajú deduktívne vyučovacie metódy, používajú sa detailne štruktúrované úlohy, realizujú sa ukážky a demonštračné pokusy. Hodnotenie je zamerané na preukázanie izolovaných teoretických vedomostí (Holec a kol., 2010).

Jadro základných poznatkov chémie a témy 21. storočia

Podľa zahraničných skúseností by mala výučba prírodovedných a technických odborov, teda aj chémie, stavať na prirodzenom záujme žiakov o dianie okolo nás. Chémia by nemala byť vyučovaná ako „teória vzdialená od bežného života“, ale naopak, jednotlivé problémy by mali byť, ak je to možné, vysvetľované v kontexte každodenných a známych situácií.

Revízia štandardov chemického vzdelávania by mala byť riadená nasledovnými kľúčovými otázkami:

- Ktorým kľúčovým chemickým vedeckým pojmom a princípom by mali žiaci porozumieť v 21. storočí?
- Čo by mali byť schopní žiaci urobiť za účelom preukázania porozumenia pojmov a princípov?

V 21. storočí sa má prírodovedné vzdelávanie zamerať na porozumenie vedeckých poznatkov, ktoré sú pre nás potrebné v neustále sa meniacom svete. Ktorým kľúčovým témam by mali porozumieť všetci žiaci v 21. storočí?

Obsahom vzdelávania 21. storočia musia byť aj interdisciplinárne témy, ktoré súvisia s rozvojom občianskej, zdravotnej, finančnej, vedeckej gramotnosti, gramotnosti pre životné prostredie a globálnym povedomím (Partnership for 21. century skills, 2007).

Akú úlohu zohráva v týchto témach chémia? Chémia je najproduktívnejšia zo všetkých vied. Rast chemických poznatkov predstavuje vážnu výzvu pre chemické vzdelávanie, pretože tieto poznatky by mali byť v konečnom dôsledku integrované do vzdelávacieho systému, aby sa odovzdali budúcim generáciám (Bakhshi, Rahr, 2012).

Témy, ktoré sa vzťahujú na riešenie najkritickejších problémov, ktorým čelí ľudstvo v 21. storočí sú zhrnuté na obr. 1. Tieto témy ponúkajú významné výzvy pre chémiu a teda i pre chemické vzdelávanie (The Millennium Development Goals Report, 2010).

Obr. 1 **Témy pre chemické vzdelávanie v 21. storočí**



Chemické vzdelávanie a rozvoj vedeckých spôsobilostí

Prečo je potrebné rozvíjať zručnosti?

Počas posledných desaťročí sa ekonomika založená na priemyselnej výrobe zmenila na ekonomiku služieb charakterizovanú informáciami, poznatkami a inováciami. Začiatkom osemdesiatych rokov minulého storočia začal na trhu práce klesať podiel manuálnych činností, pretože výrobné nízkokvalifikované činnosti v sektore služieb boli zautomatizované, poklesla potreba rutinných kognitívnych a remeselných zručností (vykonáva-

nie úloh a riešenie rutinných problémov za použitia jednoduchých pravidiel a nástrojov), kým na druhej strane narástol dopyt po spôsobilostiach spracovávať informácie (Levy, Murnane, 2004).

Pracovníci v 21. storočí musia disponovať spôsobilosťami spracovávať informácie, vrátane čitateľskej, matematickej gramotnosti a schopnosťou riešiť problémy. Okrem toho musia mať tiež „generické“ zručnosti, ako je napr. interpersonálna komunikácia, samostatnosť a schopnosť učiť sa. Toto všetko je potrebné, aby sa jednotlivec úspešne zaradil do rýchlo sa meniaceho pracovného trhu (OECD, 2013).

Podľa Hanusheka a Woessmanna (2008) kognitívne spôsobilosti (najmä kritické myslenie a riešenie problémov) zohrávajú hlavnú úlohu pri ekonomickom raste krajín. Sú pre hospodársky rast krajín oveľa dôležitejšie ako školská dochádzka, ktorej je venovaná až príliš veľká pozornosť a naopak malá pozornosť je kladená na kvalitu škôl a zručnosti, ktoré sa tam rozvíjajú.

Meradlom úrovne rozvoja kognitívnych spôsobilostí sú výsledky medzinárodných porovnávajúcich meraní (PISA, TIMSS, PIRLS). Ekonomovia OECD Hanushek a Woessmann (2015) tvrdia, že „*krajiny, ktoré dosahujú v PISE dobré výsledky majú vyšší rast HDP*“.

Spôsobilosťami pre 21. storočie by mala disponovať väčšina populácie a preto by sa im mala vo vzdelávacom systéme venovať pozornosť (NRC, 2010; Bybee, 2010). Je však súčasný vzdelávací systém na to pripravený? Je nevyhnutná premena zastaraného systému vzdelávania pre potreby globálnej spoločnosti a 21. storočia (Partnership for 21. century skills, 2008).

Prírodovedné vzdelávanie a rozvoj zručností

Prírodovedné vzdelávanie ponúka platformu pre rozvoj kognitívnych a vedeckých spôsobilostí 21. storočia, ako sú kritické myslenie, riešenie problémov, komunikačné zručnosti, sebahodnotenie, tvorba hypotéz, navrhovanie spôsobov riešenia, tvorba záverov, argumentácia pri využívaní vedeckých postupov. Vďaka kvalitnému prírodovednému vzdelávaniu môžeme podporovať vedecké skúmanie prostredníctvom rozvoja týchto zručností. Je však nevyhnutné, aby sa kvalitné prírodovedné vzdelávanie neznížilo iba na podporu zručností 21. storočia (Windschitl 2009; NSTA 2011).

Priestor pre rozvoj zručností poskytuje experimentálne bádanie v laboratóriu. Žiaci tak môžu:

- priamo komunikovať medzi sebou prostredníctvom nástrojov, techník zberu dát, modelov a vedeckých teórií,
- aktívne sa podieľať na vedeckých skúmaníach a využívať kognitívne a manuálne zručnosti pri vysvetľovaní svojich zistení,

- navrhovať hypotézy, postupy riešenia, využiť logiku pri argumentovaní a vyvodzovaní záverov (Science Framework for the 2009 National Assessment of Educational Progress).

Otázkou je, ktorými výučbovými koncepciami možno dosiahnuť naplnenie požiadaviek pre chemické vzdelávanie 21. storočia?

Výučbové koncepcie pre naplnenie požiadaviek pre chemické vzdelávanie 21. storočia

Projektové vyučovanie v chemickom vzdelávaní

Projektové vyučovanie má významné postavenie medzi modernými koncepciami vyučovacieho procesu. Chápe sa ako komplementárny doplnok ku klasickému vyučovaniu, ktorý pomáha prekonávať izolovanosť a odtrhnutie vedy od životnej praxe (Ganajová a kol., 2010). Podľa Blumenfelda a kol. (1991) projektové vyučovanie slúži na premostenie teoretických vedomostí s bežným životom a praxou, navyše žiaci v procese aktívneho učenia sa rozvíjajú kľúčové kompetencie.

Pri projektovom vyučovaní sa využíva rôznorodá škála aktivizujúcich metód, ktoré u žiakov podporujú aktívne učenie (Markham, 2011), zainteresovanosť, vedú žiaka k samostatnosti a zodpovednosti (Paulovičová, 2007). Rozvíjajú u žiakov iniciatívu, tvorivosť, kritické myslenie, schopnosť riešiť problémy, schopnosť komunikácie, vyhľadávanie informácií, flexibilitu, empatiu a cit.

Žiaci kolektívne riešia široko zadanú úlohu – projekt, kladú otázky, diskutujú o svojich nápadoch, stanovujú hypotézy, navrhujú a realizujú experimenty, robia zber a analýzu dát, vyvodzujú závery a vytvárajú produkt (napr. model, referát, počítačový program a pod.) (Blumenfeld, 1991). Sú nútení byť aktívne zapojení do vyučovania počas dlhšej doby. Oproti klasickým formám vyučovania dáva projektové vyučovanie žiakom relatív-

nu voľnosť. Dôraz sa kladie na samostatnú prácu žiakov, vlastné bádanie a objavovanie (konštruktivistický prístup) a nie len na pasívne prijímanie hotových vedomostí. Žiaci sa učia organizovať svoju prácu, plánovať svoj čas, učia sa samostatnosti a práci s informačnými zdrojmi, nechýba tu rozvoj kreativity a fantázie.

Projektové vyučovanie a rozvoj porozumenia, postojov a kľúčových kompetencií

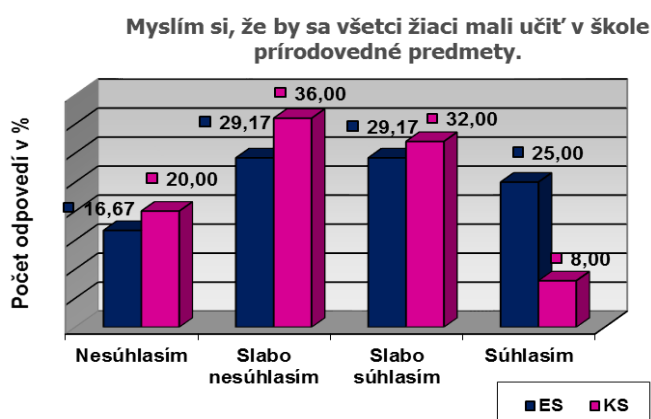
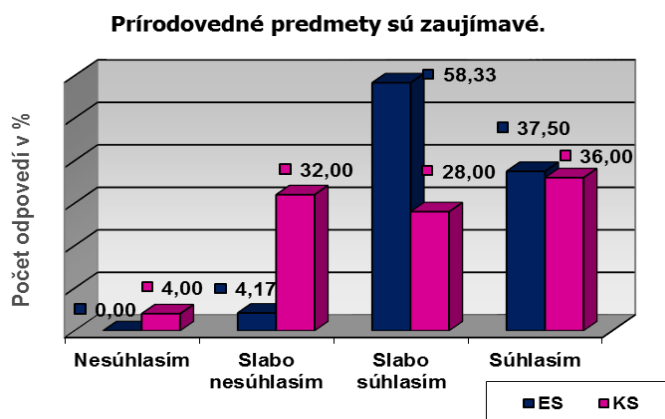
Z výsledkov overovania projektového vyučovania vyplýva, ako uvádza Mergendoller (2011): „Prostredníctvom projektového vyučovania žiaci získajú čo sa týka porozumenia porovnateľné výsledky ako tradičným vyučovaním. Vedomosti však majú trvalejší charakter, žiaci vedia lepšie využívať získané poznatky v reálnom živote. Projektové vyučovanie dáva žiakom príležitosť rozvíjať zručnosti pre 21. storočie, pracovať v skupinách, riešiť problémy, rozhodovať. Projektovým vyučovaním sa žiaci učia nielen nové vedomosti, ale získavajú zručnosti 21. storočia, ktoré sú potrebné pre ich úspešné uplatnenie v rýchlo meniacom sa svete.“

K uvedeným záverom sme dospeli na základe pedagogických výskumov aj my. Ako potvrdenie uvedených záverov uvádzame výsledky pedagogického experimentu zameraného na overovanie zmeny postojov žiakov k prírodným vedám vplyvom projektového vyučovania. Pedagogický výskum bol realizovaný v 3. ročníku gymnázia na Šrobárovej ul. v Košiciach. V experimentálnych triedach sa vyučovalo projektovým vyučovaním, v klasických triedach tradičným vyučovaním.

Hypotéza: Predpokladáme, že záujem žiakov vyučovaných projektovou metódou bude o prírodovedné predmety vyšší, ako u žiakov vyučovaných tradičným spôsobom.

Hypotézu sme overovali na základe škálového dotazníka zadaného pred a po výučbe. Vybrané výsledky uvádzame v nasledujúcich grafoch:

Graf 1, 2 **Názory žiakov experimentálnej a kontrolnej skupiny na prírodovedné predmety**



Odpovede žiakov sme štatisticky verifikovali na základe štatistických metód F-testu a t-testu. Výsledky analýzy potvrdili hypotézu, že projektové vyučovanie prispieva k zvyšovaniu záujmu žiakov o prírodovedné predmety. V experimentálnej skupine sa viac ako polovica žiakov priklonila k výroku, že všetci žiaci by sa mali učiť prírodovedné predmety v škole a 70 % z nich vyjadrilo názor, že to, čo sa žiaci naučia v prírodovedných predmetoch, im pomôže v každodennom živote. Prírodovedné predmety im tiež ukázali aká je veda dôležitá pre ich spôsob života (87,5 % žiakov).

Výsledky overovania projektového vyučovania (Lechová, Kristofová, Ganajová, 2013) ukázali, že PV rozvíja aj kľúčové kompetencie (Ganajová a kol., 2010). Rozvoj kľúčových kompetencií prostredníctvom projektového vyučovania bol zisťovaný škálovým dotazníkom. Výsledky z dotazníka poukázali na rozvoj komunikačných, sociálnych a personálnych a digitálnych kompetencií. Za účelom priblíženia záverov zameraných na rozvoj kľúčových kompetencií žiakov uvádzame niektoré výroky učiteľov a žiakov po projektovom vyučovaní:

Kompetencie k učeniu a celoživotnému učeniu sa „Žiaci sa naučili používať správne postupy a techniky pri praktických činnostiach. Naučili sa rozvíjať manuálne zručnosti pri práci v teréne – odber vzorky, jej uchovávanie a identifikáciu látok. Práca na projekte podporila u žiakov záujem o učenie, získavanie poznatkov, ktoré sa v učebniciach nenachádzali, ale boli potrebné pre projekt. Žiaci sa naučili prezentovať produkty vlastnej práce.“

Kompetencie občianske a kompetencie vnímať a chápať kultúru a vyjadrovať sa nástrojmi kultúry „Počas práce na projekte sa u žiakov zvýšil záujem o veci verejné, etické aspekty ochrany životného prostredia (zber odpadu, neznečisťovať okolie, šetriť prírodné zdroje – tečúci vodný kohútik, vypúšťanie odpadov do vôd, ochrana zdravia).“

Kompetencie v oblasti informačných a komunikačných technológií „Pri projektovom vyučovaní sme sa naučili pracovať s digitálnym fotoaparátom, kamerou, spracovať výsledky do PowerPointovej prezentácie a vyhodnocovať výsledky meraní pomocou programu Excel a pod.“

Prečo práve projektové vyučovanie napĺňa požiadavky pre vzdelávanie v chémii 21. storočia?

Odpoveď je kombináciou nadčasových dôvodov.

- Dnešní žiaci viac ako inokedy pokladajú školu za nudnú a nezmyselnú. V PV sú žiaci aktívni, nie pasívni. Projekt si získa ich srdcia i mysle a poskytuje im význam pre učenie v reálnom svete.

- PV zlepšuje výsledky učenia. Po zrealizovaní projektu žiaci hlbšie porozumejú základným poznatkom, dlhšie udržia v pamäti čo sa naučili v porovnaní s tradičnou výučbou, pretože vedomosti a zručnosti, ktoré žiaci získajú sú schopní aplikovať v nových situáciách.
- Na pracovných pozíciách 21. storočia sa vyžadujú viac ako len základné vedomosti a zručnosti. V rámci PV sa žiaci naučia preberať na seba iniciatívu a zodpovednosť, budovať dôveru, riešiť problémy, pracovať v tíme, komunikovať a efektívnejšie riadiť sami seba.
- PV pomáha vzdelávacím štandardom/normám, ktoré sú orientované na „reálny svet“ v zmysle aplikácie vedomostí a zručností a rozvoja zručností, ako je kritické myslenie, riešenie problémov, spolupráca, komunikácia v rôznych médiách, rozprávanie a prezentačné zručnosti.
- PV poskytuje žiakom príležitosti používať IKT. Prostredníctvom IKT nástrojov môžu učitelia a žiaci efektívnejšie spolupracovať s expertmi, partnermi a komunitami po celom svete.
- PV robí výučbu zábavnejšou, učitelia užšie spolupracujú so žiakmi a znovu objavujú radosť z učenia.
- PV spája žiakov a školy s komunitami v reálnom svete. Projekty poskytujú žiakom väčšie príležitosti, aby riešili skutočné reálne problémy. Žiaci sa naučia komunikovať s dospelými a organizáciami na pracoviskách čo môže ovplyvniť ich profesijnú orientáciu/kariérne záujmy. Rodičia a členovia komunity sa môžu zapojiť do projektov (Why Project Based Learning? **Buck Institute for Education**).

Bádatel'sky orientované vyučovanie v chemickom vzdelávaní

Lisabonský summit krajín EÚ v roku 2000 vytýčil jasnú stratégiu „urobiť z EÚ do roku 2010 najkonkurencieschopnejšiu a najdynamickejšiu poznatkovo orientovanú ekonomiku sveta, schopnú trvalo udržateľného rastu s väčším množstvom pracovných miest a väčšou sociálnou kohéziou“ (Lisabonská stratégia, 2000). Tento ambiciózný cieľ sa prejavil aj zvýšeným záujmom o výskum a vzdelávanie. Európska komisia v správe *Europe needs more scientists* (2004) jasne deklaruje potrebu kvalitného prírodovedného vzdelávania a následne v roku 2007 vydáva dokument *Science education Now!: A renewed Pedagogy for the Future of Europe* (Rocard, 2007), kde vyjadruje jednoznačný názor že „zmeny v prírodovednom vzdelávaní je možné dosiahnuť implementáciou metód aktívneho prírodovedného bádania“. Ide o prístup, kedy žiak postupuje v učení krokmi ako

vedec vo svojej práci. Pochopenie spôsobu uvažovania vedcov môže výrazne ovplyvniť žiacke chápanie kľúčových súvislostí obsahu učiva a spôsobu, ako sa k poznatkom dopracovať. Bádateľsky orientovaná výučba (BOV) umožňuje osvojenie učiva na úrovni vedomostí a zároveň rozvíja kľúčové kompetencie a vedecké spôsobilosti potrebné pre uplatnenie sa absolventa na trhu práce.

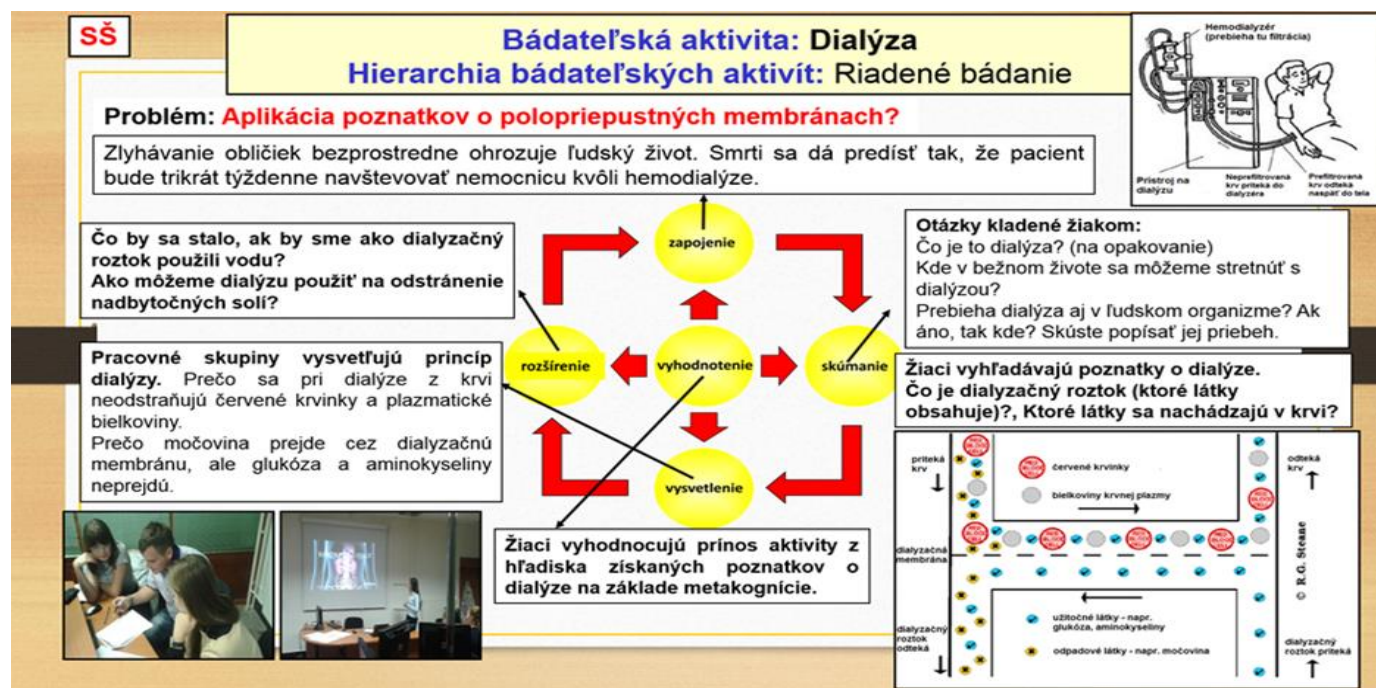
Požiadavka bádateľsky orientovanej výučby je zakotvená aj v učebnom predmete chémia v ŠVP (Slovenská republika), či RVP (Česká republika).

V krajinách EÚ bola implementácia vedeckého bádania do prírodovedného vzdelávania podporená projektami (napr. POLLEN, ESTABLISH, S-TEAM, FIBONACCI, SAILS). Na projektoch ESTABLISH a SAILS participovala aj Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach.

V rámci týchto projektov sme navrhovali bádateľské aktivity pre fyziku, chémiu a biológiu, implementovali ich do výučby na základe spolupráce s učiteľmi a na základe nástrojov sumatívneho a formatívneho hodnotenia zisťovali rozvoj porozumenia i vedeckých zručností (Szarka, Brestenská, 2014).

Ako príklad bádateľskej aktivity uvádzame ukážku Dialýzy pre tému Zmesi a oddeľovanie zložiek zo zmesí, ktorá je vhodná pre žiakov 1. ročníka gymnázia a stredných škôl. Táto aktivita sa zameriava na aplikáciu poznatkov o polopriepustných membránach v medicíne. Rozvíjajú sa v nej medzipredmetové vzťahy s biológiou. Aktivitu sprístupňujeme spracovanú podľa bádateľského učebného cyklu 5E - Zapoj sa, Skúmaj, Vysvetli, Rozšír si a Vyhodnoť (Bybee et. al., 2006) pre riadené bádanie.

Obr. 2 **Bádateľský cyklus pre bádateľskú aktivitu Dialýza** (Ganajová, Kristofová, 2016)



Otázkou však zostáva, ako v takomto učebnom prostredí zameranom na porozumenie a rozvoj vedeckých spôsobilostí žiaka hodnotiť. Dominantne používané nástroje sumatívneho hodnotenia vedomostí žiakov však už nie sú postačujúce. Ako sa v požiadavkách pre hodnotenie v 21. storočí zdôrazňuje (Partnership for 21st Century Skills, 2007; Voogt, Roblin, 2010), je potrebné využívať nástroje formatívneho hodnotenia, cieľom ktorých je zistiť okamžitú spätnú väzbu, získané poznatky, porozumenie, miskoncepce i myslenie žiakov a tak usmerňovať žiacke učenie vo chvíli, keď sa určitý výkon dá zlepšiť (Black, Wiliam, 2003, 2005; Wiliam et al., 2004).

Za účelom overovania účinnosti BOV sme realizovali výskum zameraný na overovanie porozumenia a rozvoja vedeckých spôsobilostí a skupinovej spolupráce pri BOV a vplyvu BOV na názory a postoje žiakov na vedu a techniku (po BOV). Overovanie prebiehalo u 12 učiteľov, 250 žiakov základných škôl a 150 žiakov stredných škôl. Ako overovacie nástroje sme použili nástroje sumatívneho a formatívneho hodnotenia, dotazníky vlastnej konštrukcie. Výsledky overovania potvrdili pravdivosť nasledovných hypotéz: BOV zvyšuje porozumenie (hlavne u žiakov prospechovo slabších), BOV zvyšuje trvácnosť vedomostí, BOV rozvíja skupinovú spoluprácu, BOV rozvíja vedecké spôsobilosti a kľúčové

kompetencie, formuje postoje a názory žiakov (hlavne gymnázia) na význam prírodovedného vzdelávania a vedy pre život. Z overovania ďalej vyplynulo, že žiaci majú záujem o tento spôsob výučby. Problémovou stránkou sa však javí náročnosť prípravy učiteľa na BOV z časového a materiálneho hľadiska. Otázkou je „Ako stihnúť prebrať predpísané učivo a zároveň realizovať bádateľské aktivity, ktoré si vyžadujú viac času?“ Výskumy však naznačujú, že prístup „prejsť všetko“ poskytuje len málo príležitostí na získanie inej ako iba povrchnej znalosti témy (Orna, 2013).

Ako príklad rozvoja vedeckých spôsobilostí uvádzame prípadovú štúdiu rozvoja argumentácie BOV témy Prírodné látky v 3. ročníku gymnázia vo Veľkých Kapušanoch. Overovanie bolo realizované v experimentálnej triede (s BOV) a v kontrolnej triede (tradičná výučba).

Úlohou žiakov bolo preštudovať si zloženie raňajkových cereálií (Pozri Obr. 2), vyhodnotiť a zdôvodniť ako tento výrobok pokrýva živiny potrebné pre ľudský organizmus?

Obr. 2 Tabuľka s nutričnými informáciami raňajkových cereálií

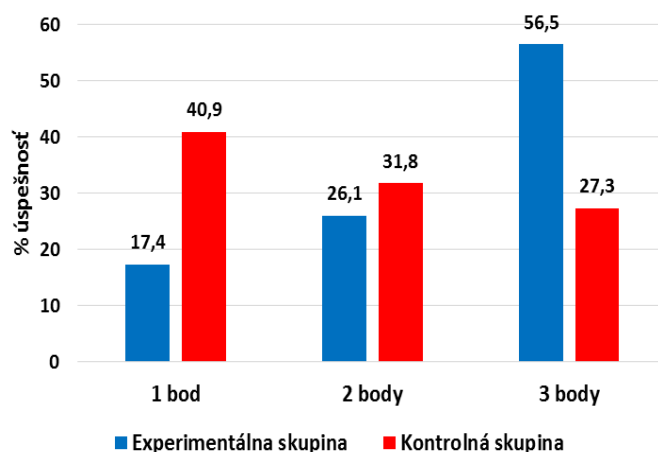
NUTRIČNÍ HODNOTY OBSAH ŽIVÍN		
	100 g müsli obsahuje průměrně/ priemerne	1 porce/porcia (40 g müsli + 60 ml plnotučného mléka/mlieka)
Energetická hodnota	1800 kJ	880 kJ
Energia	430 kcal	210 kcal
Bílkoviny/Bielkoviny	8,6 g	5,4 g
Sacharidy	65 g	29 g
z toho cukry/cukor	25 g	13 g
Tuky	15 g	8 g
z toho nasycené/nas. mastné kyseliny	5 g	3 g
Vláknina	6 g	2,5 g
Sodík	0,4 g	0,2 g
Vitamín B ₁	0,3 mg (20%*)	0,1 mg (7%*)
Železo	3 mg (20%*)	1 mg (7%*)
Hořčík	94 mg (30%*)	45 mg (15%*)
Magnézium		

*) procenta doporučené denní dávky.
*) percentá odporúčanej dennej dávky. Prepočítané podľa Souci-Fachmann-Kraut, 6. vydanie.

Analýza žiackych odpovedí podľa bodového hodnotenia (1 bod – žiak háda odpoveď, svoje argumenty zakladá na domnienkach, 2 body – žiak odpovedá na základe skúseností, pozorovaní a poznatkov z bežného života, ale vedecky nezdôvodňuje a 3 body – žiak rozumie danej problematike a vedecky zdôvodňuje) je vyjadrená grafom 3.

V experimentálnej triede odpovedalo správne po výučbe s bádateľskými aktivitami (s odôvodnením a argumentáciou) 56,5% žiakov a v porovnávacej triede správne odpovedalo 27,3 % žiakov.

Graf 3 Úspešnosť žiakov experimentálnej a kontrolnej skupiny v argumentácii



Poznatky z tvorby bádateľských aktivít ako aj overovania sme zhrnuli do vedeckej monografie *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní*, časť A (Ganajová, Ješková, Kimáková, Kireš, 2016), ktorá obsahuje aj súbor metodických materiálov pre učiteľov a pracovných listov pre žiakov, časť B, *Chémia* (Ganajová, Kristofová, 2016).

Záver

Z uvedeného prehľadu je vidieť, že naplnenie rámca vzdelávania pre 21. storočie bude klásť požiadavky nielen na učiteľov, ale i na tvorcov štátnych vzdelávacích programov, členov ústredných predmetových komisií pri ŠPÚ i didaktikov pripravujúcich budúcich učiteľov. Z uvedených smerovaní vzdelávania by sa malo vychádzať i pri inovovaní cieľových požiadaviek na maturitu a spresňovaní obsahových a výkonových štandardov chémie. Je potrebné inovovať obsahové a výkonové štandardy so zameraním na rozvoj zručností, používať BOV vo viacerých predmetoch naraz na jednej škole, zamerať sa aj na vývoj a aplikáciu nástrojov formatívneho hodnotenia a zamerať vzdelávanie učiteľov i študentov na tieto trendy.

Učitelia v budúcnosti musia zvládnuť veľa náročných rolí. Musia byť nielen odborníkmi v príslušnom odbore, ale aj poradcami a administrátormi. Musia mať víziu, zručnosti, motiváciu, akčný plán pre úspešné vzdelávanie v 21. storočí. Musia vedieť:

- rozvíjať zručnosti 21. storočia v rámci základných a interdisciplinárnych tém 21. storočia,
- zameriavať sa na poskytovanie príležitostí na uplatnenie kompetencie „naučiť sa učiť“,
- uplatňovať inovatívne metódy učenia, ktoré integrujú využitie podporných technológií, bádania a problémových prístupov založených na vyšších myšlienkach.

kových operáciách (analýza, aplikácia, hodnotenie, tvorivosť),

- podporovať integráciu komunitných zdrojov mimo školy.

Podakovanie

Príspevok vznikol s podporou grantovej agentúry KEGA v rámci projektu č. 002UPJŠ-4/2015 *Inovácia obsahu, foriem a metód praktických cvičení z anorganickej, organickej a analytickej chémie a biochémie pre zvýšenie uplatniteľnosti absolventov v praxi*.

Literatúra

1. BAKHSHI, A. K.; RAHR, V. Chemistry education in the 21st century: Challenges and Opportunities. In: *Science Reporter*. January 2012, Volume 49, pp. 38 – 42. ISSN 0036-8512
2. BLACK, P.; WILLIAM, D. 'In praise of educational research': Formative assessment. In: *British Educational Research Journal*. 29(5), 2003, pp. 623 – 637.
3. BLACK, P.; WILLIAM, D. Changing teaching through formative assessment: research and practice. The King's-Medway-Oxfordshire formative assessment project. In: *Formative assessment: improving learning in secondary classrooms*. Centre for Educational Research and Innovation. Paris : OECD Publication. 2005, pp. 223 – 237.
4. BLUMENFELD, P. et al. Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. In: *Educational Psychologist*. vol. 26, no. 3-4, 1991, pp. 369 – 398.
5. BYBEE, R. A new challenge for science education leaders: Developing 21st century workforce skills. In: *Science education leadership: Best practices for a new century*, ed. J. Rhoton, Arlington, VA : NSTA Press, 2010, pp 33 – 49.
6. BYBEE, R. W.; TAYLOR, J. A.; GARDNER, A.; VAN SCOTTER, P.; POWELL, J.; WESTBROOK, A.; LANDES, N. *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. 2006. Dostupné z: www.bscs.org
7. *Europe need more scientists*. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 2004. ISBN 92-894-8459-4. Dostupné z: https://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/pdf/conference_review_en.pdf
8. GANAJOVÁ, M.; KALAFUTOVÁ, J.; MÜLLEROVÁ, V.; SIVÁKOVÁ, M. *Projektové vyučovanie v chémii*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2010. 144 s. ISBN 978-80-8118-058-3
9. GANAJOVÁ, M.; KRISTOFOVÁ, M. *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní. Časť B, Chémia*. ŠPÚ: Bratislava, 2016. ISBN 978-80-8118-149-8.
10. HANUSHEK, E. A.; WOESSMANN, L. The Role of Cognitive Skills in Economic Development. In: *Journal of Economic Literature*. 46(3), 2008, pp. 607 – 668. Dostupné z: <http://hanushek.stanford.edu/sites/default/files/publications/Hanushek%2BWoesmann%202008%20JEL%2046%283%29.pdf>
11. HANUSHEK, E. A.; WOESSMANN, L. *The Knowledge Capital of Nations*. Cambridge, MA : MIT Press, 2015. 262 p.
12. HOLEC, S. a kol. Testovanie prírodovednej gramotnosti 2006. In: *Rozvoj funkčnej gramotnosti v kontexte medzinárodných porovnávacích štúdií PISA a PIRLS*. Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie. Tatranská Lomnica : Štátny pedagogický ústav, 22.-23. apríl 2010, s. 59 – 69.
13. KIREŠ, M.; JEŠKOVÁ, Z.; GANAJOVÁ, M.; KIMÁKOVÁ, K. *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní. Časť A*. ŠPÚ : Bratislava, 2016. ISBN 978-80-8118-155-9
14. KORŠŇÁKOVÁ, P. Prírodovedná gramotnosť slovenských žiakov a študentov. In: *Metodologické aspekty a výskum v oblasti didaktík prírodovedných, poľnohospodárskych a príbuzných odborov*. Nitra : FPV UKF, 2005, s. 34 – 39. ISBN 80-8050-848-8
15. LECHOVÁ, P., KRISTOFOVÁ, M., GANAJOVÁ, M. (2013). Overovanie efektívnosti projektového vyučovania. In: *Súčasnosť a perspektívy didaktiky chémie III – zborník z medzinárodnej konferencie*. 29.-31.5.2013, Donovaly. Banská Bystrica: Fakulta prírodných vied Univerzity Mateja Bela. s. 44-48. ISBN 978-80-557-0546-0.
16. LEVY, F.; MUNDANE, R. J. The new division of labor. How computers are changing the way we work. Princeton University Press and the Russell Sage Foundation, 2004.
17. MARKHAM, T. Project based Learning. In: *Teacher Librarian*. 39(2), 2011, pp. 38 – 42.
18. MERGENDOLLER, J. *Project-Based Learning: What Experts Say*. The George Lucas Educational Foundation, 2011. (online). Dostupné z: <http://www.edutopia.org/project-based-learning-experts>
19. National Science Teachers Association (NSTA). NSTA Position Statement: Quality Science Education and 21st-Century Skills, 2011.
20. National Research Council (NRC). Exploring the intersection of science education and 21st century skills: A workshop summary. Margaret Hilton, Rapporteur; National Research Council. Washington, DC: National Academies Press, 2010.
21. Národné správy PISA 2003-2012 (online). Medzinárodné merania, NÚCEM. Dostupné z: http://www.nucem.sk/sk/medzinarodne_merania/project/5#422,0558
22. National Assessment Governing Board. *Science framework for the 2009 National Assessment of Educational Progress*. Washington DC : Author. (online). Dostupné z: <http://www.nagb.org/publications/frameworks/science-09.pdf>

23. OECD. *OECD Skills Outlook 2013: First Results from the Survey of Adult Skills*. OECD Publishing, 2013. (online). Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264204256-en>
24. ORNA M. V. *SourceBook and 21st Century Chemistry Education. A SourceBook Module*. (online). Dostupné z: <http://dwb4.unl.edu/ChemSource/SourceBook/15221SE.pdf>
25. Partnership for 21st Century Skills. *21st Century Skills, Education & Competitiveness: A resource and policy guide*. (online). Dostupné z: http://www.p21.org/storage/documents/21st_century_skills_education_and_competitiveness_guide.pdf
26. Partnership for 21st Century Skills. *21st Century Skills Assessment*. (online). Dostupné z: http://www.p21.org/storage/documents/21st_Century_Skills_Assessment_e-paper.pdf
27. PAULOVÍČOVÁ, I. Projektové vyučovanie prírodovedných predmetov na druhom stupni ZŠ. In: *Pedagogické rozhľady*. roč. 16, č. 2, 2007, s. 30 – 32. ISSN 1335-0404. Dostupné z: <http://www.rozhľady.pedagog.sk/cisla/pr2-2007.pdf>
28. Presidency conclusions. Lisbon European Council 23-24 march 2000. (online). Dostupné z: <http://www.eu2020.gov.sk/lisabonska-strategia/>
29. ROCARD, M. *Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: European Commission, 2007. (online). Dostupné z: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
30. SANTIAGO, P.; Gilmore, A.; Nusche, D.; Sammons, P. *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education: Czech Republic 2012. Main Conclusions*. OECD Publishing, 2012. Dostupné z: <http://www.oecd.org/dataoecd/33/47/49479976.pdf>
31. *Science Framework for the 2009 National Assessment of Educational Progress* (online). National Assessment Governing Board U.S. Department of Education. Dostupné z: <https://www.edpubs.gov/document/ed004470p.pdf?ck=13>
32. SCHLEICHER, A. Education post-2015: Knowledge and skills transform lives and societies. In: *Universal Basic Skills: What countries stand to gain*. OECD Publishing, 2015 (pp. 9 – 18). Dostupné z: <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9115061e.pdf?expires=1459511551&id=id&accname=guest&checksum=AE2FDCB83F7BC5366D3D1EF0EF77A144>
33. SZARKA, K., BRESTENSKÁ, B. Prostriedky rozvíjajúceho hodnotenia vo vyučovaní prírodovedných predmetov. In: *Inovácie a trendy v prírodovednom vzdelávaní*. Bratislava: Univerzita Komenského, 2014, s. 131-158. ISBN 978-80-223-3718-2.
34. The Millennium Development Goals Report 2010. United Nations, 2010. (online). Dostupné z: <http://www.un.org/millenniumgoals/pdf/MDG%20Report%202010%20En%20r15%20-low%20res%2020100615%20-.pdf>
35. VOOGT, J.; ROBLIN, N. P. *21st century skills – Discussion paper. Enschede*. The Netherlands : University of Twente, 2010. (online). Dostupné z: http://archieff.kennisnet.nl/fileadmin/contentelementen/kennisnet/Bestanden_Feddo/21st-Century-Skills.pdf
36. *Why Project Based Learning (PBL)?* Buck Institute for Education (online). Dostupné z: http://bie.org/about/why_pbl
37. WILIAM, D.; LEE, C.; HARRISON, C.; BLACK, P. Teachers developing assessment for learning: Impact on Student achievement. In: *Assessment in Education*. 11 (1), 2004, pp. 49 – 64. ISSN 1465-329X
38. WINDSCHITL, M. *Cultivating 21st century skills in science learners: How systems of teacher preparation and professional development will have to evolve*. Presentation given at the National Academies of Science Workshop on 21st Century Skills, Washington : DC, 2009.

Současnost a perspektivy badatelsky orientované výuky

Věra Čížková¹ & Hana Čtrnáctová²

¹Přírodovědecká fakulta
Univerzita Karlova v Praze
Albertov 6, 12843 Praha 2
Česká republika
veciz@natur.cuni.cz,

²Přírodovědecká fakulta
Univerzita Karlova v Praze
Albertov 6, 12843 Praha 2
Česká republika
ctr@natur.cuni.cz

Abstract

The concept of "inquiry-based learning" in foreign literature encountered since the early 60s of last century in our country performs these issues to the fore in the last decade. Although her promotion, explanation and training teachers paid great attention, we cannot say that there would be a bigger use of it. What is the reason for relatively small interest of teachers, which obstacles are considered in limiting its use? Are there ways how to help teachers to use more frequently the inquiry-based learning and how encourage shifting methods of science teaching in favour of increasing their attractiveness for students? At least some of these questions, try to answer the following contribution.

Keywords: inquiry-based education, Science education, project TEMI, tasks, mystery

Úvod

Badatelsky orientovaná výuka (BOV) je vzdělávacím směrem, do kterého jsou v oblasti vyučování přírodním vědám vkládány velké naděje. Podstatou je problémový přístup opírající se o experimentování. Jeho zavádění do výuky reagovalo na publikaci National Science Education Standards (NRC, 1996), která přímo vyzývala k vysvětlování pojmu vědecké bádání a vedení žáků k jeho samostatnému provádění ve škole na věku odpovídající úrovni.

V našich základních a středních školách má experimentování svoji tradici především prostřednictvím laboratorních prací, které se ale v posledních letech, bohužel, z rozvrhu vytrácejí. Při jejich tradičním pojetí jsou činnosti žáků většinou zaměřeny na ověřování informací, které se předtím probíraly ve třídě s učitelem, nebo byly uvedeny v návodném materiálu nebo pracovním listu. V BOV jsou činnosti žáků zaměřeny na shromažďování, zpracování a analyzování údajů s cílem objevit pro ně nové poznatky velmi podobným způsobem a podobnými prostředky jako to provádějí skuteční vědci při svých výzkumech. To znamená, že žáci dostanou více prostoru pro samostatné aktivní promýšlení a hledání s tím, že vše nemusí jít dobře, nebo tak, jak bychom očekávali. Žákům musí být poskytnut čas a příležitost na to, aby i udělali chyby a potom se z nich poučili, a nebo se poučili z výzkumů vedoucích do slepé uličky.

Orientace na bádání je pro přírodovědné vzdělávání velmi zajímavá. Slibuje, že zastaví zhoršování přístupu žáků k přírodním vědám a matematice a že povede k lepšímu přírodovědnému myšlení a celkově k rozvoji kritického myšlení, kde získání informací je východiskem, nikoli jeho cílem (Klooster, 2000). Je tomu opravdu tak?

Současný pohled na BOV

Pronikání a implementace BOV do jednotlivých přírodovědných oborů neprobíhala v zahraničí ani u nás se stejnou intenzitou a potřebným efektem. Přehlednou analýzu zahraničních pramenů věnovaných BOV a její implementaci podává Samková et al. (2015), která na s. 116 uvádí: "Badatelsky orientovanému vyučování přírodovědným předmětům, se v poslední době věnovaly dvě rozsáhlé studie (Hattie, 2009; Minner, Lewy, Century, 2010). První z nich analyzuje 205 dílčích výzkumů a na jejich základě ukazuje, že z hlediska znalostí žáků má BOV (i) největší efekt na prvním stupni ZŠ a tento efekt s postupujícím věkem žáků klesá; (ii) a dvakrát větší vliv má na procesy než na obsah. Druhá studie na základě výzkumné otázky „Jaký je vliv badatelsky orientované výuky přírodovědných předmětů na výsledky žáků základních škol?“ analyzuje výsledky 138 dílčích výzkumů a na jejich základě konstatuje, že efekt BOV není tak výrazně pozitivní jak očekávali, ale že u žáků indikuje zlepšení v konceptuálním porozumění přírodovědným předmětům jako důsledek aktivní participace v badatelském procesu."

Někteří autoři (např. Tretter, Jones, 2003; Minner, Lewy, Century, 2010) dokonce poukazují i na negativní korelaci mezi využíváním BOV a celkovými výsledky žáků, přičemž jako velmi problematické vidí také jeho hodnocení.

Na rozdíl od situace v zahraničí, kde je tato výuková strategie i přes svá nejružnější úskalí mnohem častěji začleňována do běžné školní výuky, v českém vzdělávacím prostředí zatím příliš využívána není. Akceptovat tento směr ve výuce vyžaduje velkou změnu v existující

třídní kultuře a docílit této změny se i po více než deseti letech stále jeví jako problém.

Jaké jsou příčiny relativně pomalého začleňování badatelské výuky u nás? Překážek se postupně objevilo více a lze je rozdělit do několika skupin.

Obecné překážky

- Časová a finanční náročnost, obtíže při získávání materiálu a pomůcek, přístrojů, konflikt mezi tím, co preferuje BOV a co je požadována po žácích při přechodu na vyšší typ školy (omezení časové a tím pojmové přípravy).
- Neexistence uznávané platformy v daném předmětu, která by odborně zaštiťovala, systematicky organizovala a revidovala posun žádoucím směrem (oborově předmětovým i pedagogicky moderním) a byla zárukou odborné i didaktické kvality. Tento požadavek se netýká všech přírodovědných předmětů ve stejné míře, ale typický je u nás pro biologii.
- Nejasná metodologie hodnocení; jednou z problematických oblastí použití této metody ve výuce je, jak také uvádí Chinn, Malhotra (2002), hodnocení.

Překážky na straně učitelů

- Nedostatečný zájem učitelů. Přestože nabídek kurzů a seminářů je relativně mnoho, i když ne vždy stejně kvalitních, nicméně příležitosti k předávání dobré praxe tu jsou. Na kurzy se ale hlásí většinou stále stejní, nadšení a přijímání novinek a jejich ověření otevření učitelé. Je zajímavé, že tito učitelé jdou napříč věkovým spektrem, takže nelze říci, že by starší ročníky učitelů neměly zájem a mladí ano. Je to dáno osobním přístupem, zodpovědností a především zájmem o zlepšení své učitelské práce. Je nutné ale vzít v úvahu, že účast učitelů v kurzech ještě nezaručí, že budou ochotni a schopni tento přístup ve vyučování realizovat (Papáček et al., 2015).
- Nedostatečná připravenost učitelů jak po stránce odborně oborové, tak didakticko-pedagogické (subjektivní obavy, že tento přístup k výuce jim bude dělat problémy, a proto se od něj distancují).

Překážky na straně žáků

- S různou mírou zájmu o bádání se setkáváme i u žáků. Předpoklad, že BOV zvýší trvalý zájem žáka o přírodovědné předměty, přírodní vědy a profese z nich vycházející, je poměrně odvážný. Zájem žáka je podmíněn vždy mnoha faktory, z nichž často badatelský přístup ve výuce hraje jen malou roli. Současný systém výuky přírodovědných předmětů zatím nedostatečně rozvíjí u žáků ty dovednosti, které jsou pro BOV potřebné. Bádání je pro ně náročné a mnohdy slabší žáky spíše odradí. S nácvikem je nutné začínat už v mladším školním věku, jak také dokládají výzkumy (např. Hattie, 2009, podle Samková et al. 2015). Z hlediska znalostí má BOV největší efekt u mladších žáků a tento efekt s postupu-

jícím věkem klesá. Proto se v posledních letech doporučuje začínat s věku odpovídající výchovou k bádání už v preprimárním vzdělávání.

Překážky na straně našeho vzdělávacího systému

- Nedostatečná příprava budoucích učitelů především po stránce dovednostní (příprava, organizace, vedení a usměrňování žáků).
- Absence povinného dalšího vzdělávání učitelů, které by periodicky zajišťovalo a aktualizovalo obor jak po stránce odborně předmětové, tak didakticko-pedagogické.

Obojí by předpokládalo nejen změny ve vzdělávání budoucích i stávajících učitelů ale i v kurikulu jednotlivých předmětů. Potřebné by bylo petrifikování povinného periodicky se opakujícího dalšího vzdělávání učitelů reflektujícího moderní vyučování i měnící se vstupní informovanost žáků plynoucí z masového rozšíření komunikačních prostředků.

Odstraňování většiny překážek je běh na dlouhou trať a vyžaduje koordinaci mnoha činitelů jak na úrovni pedagogické, tak decizní sféry. Jako daleko přístupnější a reálnější se jeví v současné době snaha o hledání inovací v samotném BOV, především ve zvýšení jeho atraktivnosti, potažmo zájmu žáků a dostatečná osvěta učitelů, neboť ti jsou nejdůležitějším článkem v procesu implementace BOV do výuky. Jednou z těchto inovací by mohlo být zakomponování záhady do BOV a dále vynakládání většího úsilí do postupného osvojování badatelských dovedností jak učiteli, tak následně jejich žáky.

Cílem zakomponování záhady (mysterie) je ještě více zvýšit motivaci a touhu žáků vyřešit záhadu. Touto problematikou se v současné době zabývá evropský projekt TEMI (Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated) zaměřený na učitele středních škol a sponzorovaný Evropskou komisí jako součást Sedmého rámcového programu (FP7). Projekt shromažďuje 13 partnerů z 11 zemí z celé Evropy. Česká republika je zastoupena Přírodovědeckou fakultou Univerzity Karlovy (<http://teachingmysteries.eu>).

Snaha o inovaci BOV s využitím záhad

V rámci realizace výuky s využitím záhad se zavádějí do výuky nečekané, neznámé a na první pohled neobvyklé jevy, záhady, překvapení vzbuzující zvědavost a vyzývající k bádání. Následující text je zpracován na základě materiálu projektu TEMI (Carpineti et al. 2015 a <http://teachingmysteries.eu>).

Pro BOV zahrnující záhadu jsou charakteristické následující čtyři prvky:

- Učební cyklus „5E“ (vyučovat koncepty pomocí učebního cyklu – zapojení, zkoumání, vysvětlení, vypracování, vyhodnocení)
- Postupné uvolňování zodpovědnosti (vyučovat dovednosti potřebné k bádání pomocí postupného zapojování žáka)

- Záhada (vytvářet zvědavost pomocí překvapujících jevů)
- Šoumenství (udržovat motivaci pomocí dramatizace).

BOV s využitím záhad také respektuje jeho dělení do čtyř úrovní podle míry samostatnosti práce žáka během řešení záhady (potvrzující, strukturované, vedené / nesměrované, otevřené – Eastwell, 2009). Tuto metodiku však pojímá trochu odlišným způsobem a popisuje tzv. model postupného uvolňování zodpovědnosti, kdy vyučující postupně žákům předává čím dál větší zodpovědnost za bádání. Jedná se v podstatě o pohled na učitele jako „mistra“, který postupně zasvěcuje své žáky „učně“ k získání kvalifikace v oboru (Carpineti et al. 2015). Vyučování dovednostem pomocí postupného uvolňování zodpovědnosti probíhá ve třech krocích:

1. Dělam to já (učitel předvádí, žák napodobuje).
2. Děláme to my (učitel jako průvodce žáky vede, žák pracuje podle snadného postupu).
3. Děláte to vy (učitel žáky podporuje, žáci pracují podle náročného postupu).

Učitel pracuje a vede své žáky nejprve „za ruku“ pomocí úkolů, jejichž obtížnost postupně narůstá. Žáci tímto způsobem postupně získávají dovednosti potřebné pro řešení problémů a uvažování související s vědeckou prací. V prvním stádiu učitel dovednost předvádí, žáci ji pozorují a napodobují. V dalším stádiu učitel žáky vede při jednodušších úkolech a „buduje kostru“ (shrnutí kroků postupu, které žáka vedou k vykonání dovedností souvisejících s bádáním). V třetím stádiu žáci pracují více samostatně na komplexnějších úkolech. Učitel žáky jen podporuje a žáci se stávají více nezávislými (Carpineti et al., 2015; <http://teachingmysteries.eu>).

Záhadou se v přírodovědném vzdělání rozumí fenomén, událost nebo příběh, který v žákovi vyvolává pocit napětí a údivu. Vytváří v něm silně emocionálně zabarvený pocit „to chci vědět“ vedoucí ke zvýšení zvědavosti a kladení otázek, na které lze odpovědět bádáním a činnostmi směřující k řešení problému. Záhady v BOV jsou vytvářeny tak, aby obsahovaly konkrétní prvky, které žákům napomáhají v učení a učitelům v pokrytí osnov.

Záhada je dobrou záhadou pokud:

- Poskytuje žákům afektivní zapojení
- Vytváří zvědavost a vede k otázkám
- Je natolik jednoduchá, aby mohla být „rozpornou událostí“ vedoucí k překvapení a změně současné představy žáků
- Vytváří kognitivní konflikt
- Lze ji vědecky zkoumat a vysvětlit a potřebné dovednosti jsou v kompetenci zapojených žáků
- „Problematizuje“, k jejímu zodpovězení je potřeba znát některé vědecké poznatky
- Požaduje po žácích použití badatelských dovedností
- Pokrývá natolik velkou část osnov, aby to ospravedlnilo čas, který je záhadě věnován

- Čas na řešení záhady je omezen (přibližně 1-2 hodiny pro prezentaci záhady a nalezení řešení).

Záhada je špatnou záhadou pokud:

- Poskytuje zapojení pouze pro učitele, ale ne pro žáky
- Není pro žáky překvapením, vyvolává jen málo zvědavosti a všechnu práci musí odvést učitel
- Odpověď na ni vychází z přírodovědných konceptů, jejichž pochopení je pro žáky příliš obtížné
- Týká se pouze okrajově předmětového obsahu osnov
- Její řešení je pro žáky příliš složité a žáci si ji vysvětlují jako kouzlo.

Autoři projektu TEMI rozdělují záhady na tři typy: autentické, arteficiální a fiktivní. Autentická záhada využívá jevy, které se běžně vyskytují v přírodě nebo v technice, jako např. gejzíry, určité formy rostlin, krystalů nebo polární záře atd. Mezi arteficiální záhady patří některé autentické záhady, které lze modelovat za použití experimentálního postupu ve třídě. Posledním typem záhad jsou záhady fiktivní. Tyto záhady můžeme často pozorovat ve filmech či televizi. Mnohé z nich jsou triky nebo arteficiální efekty, které nelze vědecky vysvětlit. Do těchto záhad patří i nejrůznější mýty, které naopak je možné vědecky vysvětlit. Tento poslední typ záhad má za úkol žákům ukázat potenciál, ale i omezení vědy ve vysvětlení pozorovaných jevů.

Jednu z cest, jak pozornost a zájem nejen vzbudit, ale především udržet, vidí autoři projektu TEMI v dramatizaci učiva. Existuje mnoho analogií mezi rolí učitele a herce. Pro existenci obou rolí je nezbytné publikum, obě role by měly předávat své myšlenky přesvědčivým a zapamatovatelným způsobem a vystupovat před diváky (žáky) autenticky. Záměrem je upoutat pozornost publika po celou dobu svého vystoupení. Proto je důležité nabídnout učitelům příležitost získat sebevědomí, profesionálnější prezentační a komunikační dovednosti pro budoucí představování záhad ve třídě. Neznamena to však, že se učitelé mají stát herci. Účelem je umožnit učitelům získat dovednosti, které by jim mohly usnadnit motivaci žáků, a tím snadnější a produktivnější průběh výuky.

Aby došlo k rozšíření BOV s využitím záhad ve školách, je nutné tento způsob výuky současným učitelům ukázat, představit jeho smysl a metodiku. V rámci projektu TEMI jsou pro učitele konány školení, přednášky, semináře a workshopy, které učitele seznamují s metodikou BOV a s možností zakomponování záhad.

Projekt spolupracuje s institucemi, které vzdělávají učitele a s učitelskými sítěmi po celé Evropě. Usiluje o implementaci inovativních školících programů tzv. „badatelských laboratoří“, které jsou založeny na základních přírodovědných konceptech a emocionálně zajímavých záhadách (zkoumání neznáma). Dále nabízejí zlepšení prezentačních dovedností učitelů a mnoho inspirací pro

zefektivnění výuky žáků. Inovace se v programu TEMI zavádějí ve fyzických workshopech a poté se praktikují ve školách za podpory vytvořených materiálů. Projekt očekává, že učitelé se v programu naučí:

- zkoumat, jak lze cyklus badatelského učení „5E“ použít jako vektor pro integraci bádání s přírodovědným obsahem,
- seznámit se s vyzkoušenými metodami výuky dovedností postupným přenášáním zodpovědnosti na žáky,
- vyhodnocovat zdroje osnov založené na záhadách, které se používají jako pozvání k bádání a které strukturuje a podporují hodiny,
- zvážit, jak používat různé techniky šoumenství, prostřednictvím interakce s komunikačními profesionály,
- používat kognitivní strategie ke zvýšení žákovské kompetence s badatelskými dovednostmi, aby se dosáhlo lepších výsledků důležitých pro hodnocení.

Konkrétní výstupy projektu TEMI, ukázky úloh a postupů využívajících záhady, jsou uvedeny na internetových stránkách projektu TEMI (www.teachingmysteries.eu), obsaženy jsou také v publikaci Abeles et al. 2015. Tato publikace se v současné době překládá do češtiny a bude zveřejněna v září letošního roku na internetových stránkách Katedry učitelství a didaktiky chemie PŘF UK.

Závěr

Lze předpokládat, že BOV má všechny předpoklady řešit mnohé nedostatky současné výuky přírodovědných předmětů, proto je jí věnována velká pozornost v rámci řešení národních i mezinárodních projektů. Je však třeba věnovat větší úsilí jejímu nikoli nahodilému ale systematickému zavádění do pre- i postgraduální přípravy učitelů a následně jejímu postupnému uplňování od preprimární výchovy až po praxi základních a středních škol. Schwarz a Crawford (2004), u nás např. Dostál (2015), zdůrazňují, že zkušenosti učitele jsou pro tento proces klíčové. Učitel musí především rozumět a rozhodnout, které přírodovědné znalosti prostřednictvím „inquiry“ vytvářet. V tom spočívá největší problém přípravy učitelů i výuky v praxi. Také Papáček et al. (2015) v této souvislosti upozorňuje, že kurikulární reforma zaváděním BOV do vzdělávání vyžaduje změnu nejen v algoritmu výuky, ale i v myšlení vzdělavatelů. Začleňování badatelsky orientované výuky zabere mnoho času a trpělivosti, ale výsledkem je, že žáci získají nové dovednosti, které budou potřebovat v životě a naučí se, jak zvládat nepřesně definované problémy (Branch, Solowan, 2003). Z časových důvodů a obsažnosti přírodovědného učiva v našich kurikulárních dokumentech i požadavcích na výstupní znalosti žáků není možné a ani účelné zcela odstranit klasické metody. Je na učiteli,

aby rozpoznal, kolik času bude moci věnovat badatelské práci a kolik času musí věnovat tradičním výukovým postupům. Je třeba hledat (najít) optimální poměr. BOV proto nemůže být jediným přístupem uplatňujícím se ve výuce přírodních věd, ale přístupem pravidelně zařazovaným, jak to na straně učitele i žáků dovoluje dané téma.

Literatura

- ABELES, S. Et al. *The Book of Science Mysteries*. London : TEMI, 2015, 192 p. ISBN 978-94-9160-14-3.
- BRANCH, J. L., SOLOWAN, D. G. (2003). Inquiry-based learning: The key to student success. *School Libraries in Canada*. 22 (4), 2003, pp. 6-12.
- DOSTÁL, J. Badatelsky orientovaná výuka a kompetence učitele k její realizaci. *Journal of Technology and Information Education*, 7, (1), 2015, pp. 7 – 34.
- CARPINETI, M. et al., 2015 (<http://teachingmysteries.eu>).
- EASTWELL, P. Inquiry learning: Elements of confusion and frustration. *The American biology teacher*. 71(5), 2009, pp. 263-264.
- HATTIE, J. Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. Routledge, 2009. 378p.
- KLOOSTER, D. *Co je kritické myšlení?* In Kritické listy č. 1-2, 2000.
- CHINN, C. A., MALHOTRA, B.A. Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *Science education*, 2002, 86, pp.175-218.
- MINNER, D., LEVY, A., CENTURY, J. Inquiry-based science instruction — what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 2010, pp. 474–496.
- SAMKOVÁ, L., HOŠPEŠOVÁ, A., ROUBÍČEK, F., TICHÁ M. Badatelsky orientované vyučování matematice. *Scientia in educatione*, 6(1), 2015 p. 91–122.
- NRC. *The national science education standards*. Washington : National academy press, 1996.
- PAPÁČEK, M. Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. In: *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi 2010: sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010*. Editor Miroslav Papáček. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 165 s. ISBN 978-80-7394-210-6.
- PAPÁČEK, M. Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*. 1 (1), 2010, s. 33-50.
- PAPÁČEK, M., ČÍŽKOVÁ, V., KUBIATKO, M., PETR, J., & ZÁVODSKÁ, R. Didaktika biologie: didaktika v rekonstrukci. In: *Stuchlíková I. Et al. Oborové didaktiky: vývoj – stav - perspektivy*. Brno : Masarykova univerzita, 2015, s. 225- 257.
- SCHWARZ, R. S., CRAWFORD, B. A. Authentic scientific inquiry as context for teaching nature of science: Identifying critical elements for success, pp. 331 - 356. In: *Flick, L. B. & Lederman, N. G. (eds): Science inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education*. Dordrecht : Kluwer Academic Publisher, 2004, 452 p.
- TRETTET, T.R., JONES, M.G. Relationships Between Inquiry - Based Teaching and Physical Science Standardized Test Scores. *School Science and Mathematics*, 103 (7), 2003, 345-350.
- WENNING, C. Levels of Inquiry: Hierarchies of pedagogical practices and inquiry processes. *Journal of Physics Teacher Education*, 2(3), 2005, pp. 3-11.

Možnosti využitia bádateľských aktivít vo výučbe prírodovedných predmetov

Miriam Spodniaková Pfefferová¹

Stanislav Holec²

Martin Hruška³

Janka Raganová⁴

^{1,2,3,4}Katedra fyziky

Fakulta prírodných vied

Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici

Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica

Slovensko

¹miriam.spodniakova@umb.sk,

²stanislav.holec@umb.sk,

³martin.hruska@umb.sk,

⁴janka.raganova@umb.sk

Abstract

At present, inquiry activities are often more repeated notion not only in scientific community but also in public. Inquiry-based activities provide a wide range of application for the active work of students, developing their creative skills and increasing their level of scientific literacy, as evidenced by many domestic and foreign studies.

Within the project Chain Reaction, activities which enable the active participation of students in scientific research are tested. The project targets 14- to 16-year-old students who in groups investigate a research problem and then present their findings and experiences at national or international events. Aim of this paper is to outline the strategy for the use of research activities within the project Chain Reaction through practical demonstrations created activities.

Keywords: inquiry-based activities, physics education, students activity

Úvod

Projekt *Chain Reaction* (Chain Reaction, 2016) je trojročný projekt financovaný Európskou komisiou v rámci 7. rámcového programu, do ktorého je zapojených dvanaásť partnerských krajín. V súčasnosti je projekt už v poslednom roku riešenia. Cieľom projektu je rozvoj a implementácia bádateľských aktivít do prírodovedného vzdelávania prostredníctvom riešenia nastolených problémov a bádateľsky orientovaného učenia sa, ktoré má za cieľ aktívne zapojiť žiakov do štúdia prírodných vied a umožniť im zažiť vzrušenie a výzvy experimentálnej vedy a výskumu.

Každoročne sa do projektu zapojili dvaja učitelia z piatich slovenských stredných škôl. Prostredníctvom projektu tak mali učitelia príležitosť k ich profesionálnemu rozvoju v oblasti využívania bádateľsky orientovaných prístupov v prírodovednom vzdelávaní s využitím v praxi overených a odskúšaných učebných materiálov. Učitelia, ktorí sa do projektu zapojili, boli zaškolení v rámci úvodného kurzu na pracovisku autorov príspevku, kde mali možnosť získať teoretické poznatky o bádateľských metódach používaných vo vyučovacom procese, ako aj základné praktické zručnosti pri realizovaní a riadení

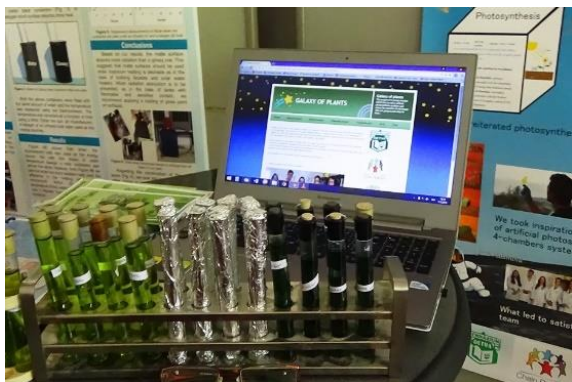
takýchto aktivít. Po získaní praktických skúseností zúčastnení učitelia odučili sériu vyučovacích hodín, ktoré tvorili úvod k následným výskumným projektom žiakov.

V rámci spomenutých výskumných projektov skupinky 14- až 16-ročných žiakov samostatne skúmali zvolený problém, využívajúc pritom svoje kritické myslenie, zdôvodňovanie a rozličné zručnosti spojené s riešením problémov. Svoje aktivity a ich výsledky žiaci spracovali formou prezentácie, s ktorou sa predstavili na národnom podujatí s názvom *Ukáž, čo vieš!*. Takéto podujatie sa každoročne uskutočňovalo v každej partnerskej krajine projektu *Chain Reaction* s cieľom poukázať na dôležitosť a pôvab vedeckých prístupov pri poznávaní prírody a sveta okolo nás prostredníctvom práce, ktorú žiaci vykonali v rámci výskumných projektov. Žiaci boli motivovaní a usmerňovaní tak, aby v prezentácii detailne opísali nielen získané výsledky, ale aj bádateľské postupy, ktoré k nim viedli. Zároveň sa od žiakov očakávalo, aby pri príprave prezentácie, ako aj pri prezentovaní svojich projektov, boli tvoriví a využili svoju predstavivosť a fantáziu.

Na národných podujatiach sa zúčastňovali aj mladí vedci, ktorí prezentovali svoju prácu s cieľom predstaviť žiakom prírodné vedy ako jednu zo zaujímavých možností ich budúcej kariéry. Po národných konferenciách v každom roku projektu nasledovala medzinárodná konferencia *Express yourself!*, na ktorej sa stretávali pri prezentácii svojich projektov vybrané žiacke tímy z každej partnerskej krajiny.

Ambíciou projektu *Chain Reaction* je poskytovať učiteľom silnú a trvalú podporu v oblasti bádateľsky orientovaného prírodovedného vzdelávania, vrátane poskytovania učebných materiálov, ktoré sú prispôsobené potrebám jednotlivých krajín.

Obr. 1 **Prezentovanie žiackych projektov na medzinárodnej konferencii Express yourself!!**



Model bádateľských aktivít

Bádateľsky orientované vyučovanie je dôležitým vyučovacím nástrojom prírodovedných predmetov, ktorý v sebe zahŕňa identifikáciu a kladenie výskumných otázok, plánovanie a navrhovanie experimentov, zhromažďovanie, používanie a prepájanie získaných údajov (dôkazov) s vysvetlením. Využívanie bádateľsky orientovaného vyučovania možno tiež chápať ako istý druh metodiky alebo schopnosti učiteľa aplikovať uvádzaný prístup za účelom pochopenia základných vedeckých princípov a pojmov (Crawfordová, 2000).

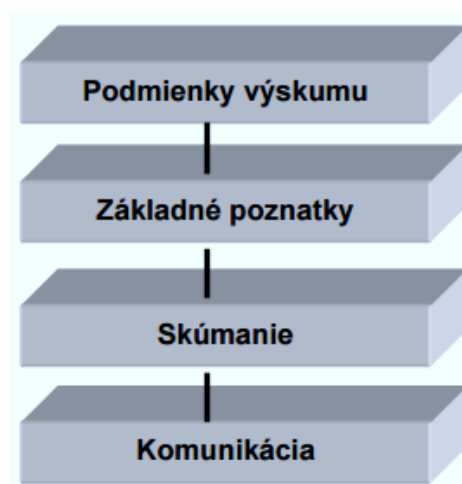
Učitelia učia žiakov uskutočňovať vedecké bádanie tak, že ich zapájajú do výskumných aktivít, ktoré zahŕňajú rôzne činnosti a procesy vykonávané vedcami za účelom získať odpovede na otázky a formulovať vysvetlenia a modely pomocou logického a kritického myslenia. Pri zapojení sa do bádateľských aktivít žiaci aj vedci využívajú pozorovanie a inferenciu, aby vyvodili závery a vysvetlenia založené na dôkazoch.

V súčasnosti však mnohí učitelia v tejto oblasti nemajú dostatočné skúsenosti a riadia sa zjednodušeným vnímaním koncepcie získavania vedeckých poznatkov. Nedostatok vedomostí a skúseností tak tvorí prekážku vo výučbe prírodovedných predmetov (Blanchard et al., 2008), pretože značne obmedzuje schopnosť učiteľov naplánovať a zrealizovať hodiny, ktoré pomáhajú žiakom rozvíjať ich predstavu o vede netradičným spôsobom (Capps et al., 2013). Z toho dôvodu je dôležité poskytovať učiteľom maximálnu podporu, či už pri teoretickej príprave k používaniu bádateľsky orientovaných aktivít, ale najmä pri získavaní praktických zručností pri realizácii a riadení týchto aktivít na vyučovaní. Okrem poznatkov je ale potrebné poskytovať učiteľom podporu aj vo forme rôznych materiálov a podkladov s cieľom uľahčiť implementáciu takto orientovaných aktivít do vyučovacieho procesu.

Ambíciou projektu preto bolo poskytnúť učiteľom pri používaní bádateľsky orientovaných aktivít maximálnu pomoc aj v podobe učebných materiálov. Z toho dôvodu

bol v rámci projektu *Chain Reaction* vytvorený súbor materiálov pod spoločným názvom *Bádateľské aktivity – Zem a vesmír* (ďalej BAZV) (Spodniaková Pfefferová, 2015).

Obr. 2 **Model bádateľských aktivít**



Pri tvorbe aktivít bol rešpektovaný jednoduchý model, ktorý bol navrhnutý tak, aby každá z vytvorených aktivít umožňovala učiteľom a žiakom v rámci možností pochopiť, ako výskumní pracovníci z oblasti vedy a techniky myslia a pracujú.

Navrhnutý model znázorňuje kroky výskumu rozčlenené do štruktúrovaného metodického postupu. Vedecký výskum, či už reálny alebo školský však nie je priamočiary a nie je možné presne stanoviť postupnosť krokov, ktoré je potrebné realizovať. Pre realizáciu výskumu môže nastať situácia, že výskumník sa dostane do slepej uličky, prípadne sa v jednej chvíli ponúkne viacero riešení naraz. Činnosti, ktoré sa v rámci školského výskumného projektu zvyknú robiť až na konci (napr. písanie správy alebo zhrnutie zistení), sa v reálnom výskumnom projekte objavujú vo všetkých fázach. Rozhovory s vedeckými a technickými výskumnými pracovníkmi preukázali, že všetky štyri kategórie činností navrhnutého modelu môžu v akomkoľvek výskumnom projekte prebiehať súčasne (Chain Reaction, 2013).

A) Nastavenie podmienok výskumu

Všetkým výskumným projektom predchádza nejaký podnet. Môže to byť osobný záujem vedca alebo potreba vyriešiť konkrétny problém, ktorý identifikovala vedecká obec. Výskum môže byť priamo prepojený na prax. Niekedy ide o teoretický výskum bez okamžite viditeľného uplatnenia.

V snahe simulovať svet skutočného výskumu bolo dôležité zostaviť varianty učebných postupov, ktoré žiakom jasne vysvetľujú cieľ výskumu. Aktivita boli zostavené tak, aby žiakov uviedli do problematiky prostredníctvom jednej alebo dvoch činností, ktoré vytvoria podmienky pre to, čo bude nasledovať ďalej. Dosiahli sme to pomocou rôznych dokumentov, napr. e-mailov, tlačových správ, článkov v novinách a časopisoch, listov, atď., navrhnutých na simulovanie „reality“.

B) Základné poznatky

Pre úspešné riešenie výskumného projektu je dôležité v úvode získať dostatočné množstvo informácií o danej problematike (skúmanie literatúry), ako aj o výsledkoch iných výskumov realizovaných v tejto oblasti (skúmanie rôznych informačných zdrojov).

Vytvorené aktivity sa pokúšajú priblížiť spomínané činnosti prostredníctvom „výskumných príspevkov“ šitých na mieru danému účelu, správ, zhrnutí rokovaní, úryvkov z kníh a poznámok. Všetko je napísané pre žiakov zrozumiteľným jazykom. Jednotlivé aktivity často začínajú e-mailom, ktorý cituje rôzne práce, články alebo poznámky. V niektorých prípadoch je potrebné ďalšie usmernenie, preto poskytujeme inštruktážne listy. Väčšina bádateľských projektov žiakov musí reagovať na komentáre vedúceho výskumu „písané rukou“. Dokumenty použité pri nastavení podmienok a kategórie základných vedomostí BAZV zapájajú žiakov do rôznych metód aktívneho poznávania, akými sú: diskusia v malých skupinách, riešenie problémov, aktívne čítanie a brainstorming. BAZV im majú pomôcť samostatne uvažovať pri riešení skúmaných problémov.

Prvé dve fázy vytvorených aktivít pomáhajú vytvoriť vhodné „predpoklady“ na to, aby bol účel výskumnej práce žiakom jasný a aby sa podieľali na jeho úspešnej realizácii.

C) Skúmanie

BAZV zapájajú žiakov do jedného alebo viacerých výskumov. V niektorých prípadoch ide o úplný výskum. Na začiatku si žiaci sformulujú otázku, hypotézu či predpoved, prípadne si na základe podnetu naplánujú priebeh výskumu. Po uskutočnení výskumu analyzujú zistenia, vyvodí závery a vyhodnotia výsledky.

D) Komunikácia

Výskumní pracovníci medzi sebou o práci komunikujú. Tradičnou metódou komunikácie je publikovanie štúdií v akademických časopisoch, prípadne prezentácia na seminároch alebo konferenciách. Širokú verejnosť informujú prostredníctvom populárno-náučných časopisov, novín, televízie a rozhlasu, internetu.

BAZV zapájajú žiakov do rozširovania výsledkov výskumu, a to rôznymi spôsobmi, čím odrážajú rozmanitosť médií a metód využívaných v praxi. Niektoré vyžadujú, aby žiaci spísali plnohodnotnú laboratórnu správu. Iné zahŕňajú písanie návrhov na financovanie projektov. Žiaci môžu písať články pre časopisy, vytvárať internetové stránky alebo pripraviť a prednášať na národnej a medzinárodnej konferencii. Majú tiež príležitosť prezentovať svoju prácu ostatným žiakom v triede alebo v škole. Práce budú môcť uverejniť na internetovej stránke projektu *Chain Reaction*, aby si ich mohli pozrieť aj žiaci a učitelia z iných krajín.

Stratégia požívaní bádateľských aktivít vo vyučovaní

Jedným z cieľov projektu *Chain Reaction* je zapojiť žiakov do aktívneho štúdia prírodných vied a poskytnúť im možnosť zažiť vzrušenie a riešiť problémy, ktorým čelí experimentálna a investigatívna veda. Aktívne zapájanie sa však neznamená uprednostnenie konkrétnych vzdelávacích metód na úkor iných. „Vhodnosť pre daný účel“, rozmanitosť a rovnováha sú dôležitým kritériom pri výbere zo širokej škály dostupných metód. Ak sa na hodinách žiaci venujú stále rovnakým aktivitám, je pravdepodobné, že rýchlo stratia záujem. Nedostatok motivácie môže mať niekedy za následok slabé výsledky a „stratu záujmu“ o prírodné vedy.

Ďalším dôležitým faktorom pri podpore aktívnej účasti na vzdelávaní je vytváranie reálnych podmienok, v ktorých výučba prebieha. Dôležité je prepojiť vzdelávanie s každodenným životom žiakov a tiež so situáciami, ktoré majú pre nich význam.

Cieľom BAZV je podporiť aktívne učenie sa a spoluprácu v rámci malých skupín. Okrem toho, že učiteľom poskytujú možnosti viesť rôzne aktivity, zahŕňajú celý rad aktívnych vyučovacích metód: (1) diskusia v malých skupinách, (2) simulácia, (3) techniky aktívneho čítania, (4) aktívne písanie a prezentácia (*Chain Reaction*, 2013). Diskusia v malých skupinách je pravdepodobne najhodnotnejšia a najpoužívanejšia vyučovacia metóda, ktorá sa používa vo všetkých etapách riešenia zvolenej aktivity.

Väčšina BAZV predstavuje simulované činnosti (= simulácia). Žiaci sa zapájajú do reálnych situácií, pričom simulujú rolu vedcov, výskumníkov, členov komisií, účastníkov konferencie apod.. Na začiatku dostanú informácie, ktoré im umožňujú zorientovať sa v danej situácii. Simulácie sú „zamerané na prácu“. Dôraz sa kladie na plnenie úlohy alebo úloh a žiaci sa majú danej situácii prispôbiť. Simulácia určuje rámec, v ktorom žiaci nie sú len aktívnymi účastníkmi, ale preberajú tiež zodpovednosť za svoje činy a rozhodnutia. Táto technika podporuje prácu v tímoch, vytvára podnetnú a tvorivú atmosféru. Rozvíja tiež schopnosť riešiť problémy a nadobúdať komunikačné zručnosti či vedomosti a chápať vedecké pojmy. V rámci simulácií sa žiaci naučia chápať a vnímať prácu teoretických a experimentálnych vedcov.

Súbor vytvorených materiálov BAZV vytvorených pre potreby slovenských škôl v sebe zahŕňa 8 aktivít z rôznych oblastí prírodných vied: (1) *Asteroidy útočia na Zem*, (2) *Ekologické svietenie*, (3) *Prenosná vodná elektrárňa*, (4) *Nasýťme svet*, (5) *Konferencia o ozóne*, (6) *Vesmírny web*, (7) *Rastliny vo vesmíre*, (8) *Zelené kúrenie* (všetky vytvorené materiály je možné nájsť na stránke projektu www.chreact.umb.sk). Všetky aktivity majú bádateľský charakter, ale spôsob ich realizácie sa častokrát líši. Pre obmedzený rozsah príspevku sa v ďalšej časti sa zameriame na dve aktivity, ktoré sa spôsobom realizácie líšia výrazne.

Prenosná vodná elektrárňa

V tejto aktivite žiaci prevezmú úlohu výskumníkov na katedre inžinierstva. Žiaci sú požiadaní uskutočniť výskum zameraný na konštrukciu prenosnej vodnej elektrárne. Táto aktivita je založená na skutočnej práci realizovanej na Univerzite v Michigane v Marine Hydraulic

Laboratory. Žiaci majú skúmať faktory ovplyvňujúce generovanie elektromotorického napätia turbínou. Ich úlohou je tiež zamerať sa na konštrukciu lopatiek turbíny – lopatky by mali byť skonštruované tak, aby dosiahli čo najvyššie otáčky.

Na začiatku aktivity majú žiaci k dispozícii materiály, ktoré slúžia na navodenie modelovej situácie a získanie úvodných informácií o prenosnej vodnej elektrárni. Po získaní základných informácií majú žiaci možnosť postupovať pri realizácii aktivity rôznymi spôsobmi. Jedným z nich je, že žiaci budú riešiť čiastkové úlohy, napr. ako ovplyvňuje množstvo indukovaného prúdu konštrukcia rotora – počet lopatiek, ich usporiadanie, prípadne veľkosť. Druhou možnosťou je skonštruovať funkčný model prenosnej vodnej elektrárne.

Napriek tomu, že pri realizácii aktivity nie je podmienkou zosťriť funkčný model prenosnej elektrárne, práve zostrojenie funkčného modelu prenosnej elektrárne je pre žiakov najväčšou motiváciou. Na základe skúseností s realizáciou tejto aktivity v školských podmienkach je možné konštatovať, že motivácia žiakov bola natoľko veľká, že boli ochotní venovať tejto aktivite väčšinu svojho voľného času, nakoľko charakter aktivity si vyžadoval viac času ako len niekoľko vyučovacích hodín. Ako dôkaz, že prenosná elektrárňa skutočne funguje žiakom nestačilo len meranie indukovaného napätia voltmetrom. Vo viacerých prípadoch pristúpili napríklad k zostrojeniu modelu pouličného osvetlenia alebo modelu domu napájaného zostrojenou vodnou elektrárnou.

Prínosom tejto aktivity je, že žiaci majú možnosť overiť si poznatky o elektromagnetickej indukcii v reálnej situácii. Značne abstraktná téma tak dostane pre žiakov reálny obraz a prispieva k lepšiemu pochopeniu fyzikálnej podstaty tohto javu.

Obr. 3 Model prenosnej vodnej elektrárne s modelom pouličného osvetlenia napájaného vodnou elektrárnou



Vesmírny web

Vesmírny web má odlišný charakter a spôsob realizácie ako predchádzajúca aktivita. Cieľom aktivity je, aby žiaci vytvorili webovú stránku, ktorá bude vysvetľovať teóriu veľkého tresku a pojmy a javy s ňou súvisiace. Na začiatku majú žiaci k dispozícii základný text a sú vyzvaní zabezpečiť ilustrácie korešpondujúce s textom a identifikovať slová a frázy, ktoré potrebujú ďalšie vysvetlenie. Nové pojmy spolu s vysvetlením budú súčasťou glosára, slovníka neznámych pojmov, pre danú stránku. Text môže obsahovať ďalšie slová a frázy, ktoré budú vyžadovať vysvetlenie. Žiaci ich majú identifikovať a rozdeliť si medzi sebou úlohu vytvoriť hypertextové prepojenia medzi slovami a stránkami s vysvetlením. Tiež sa musia pozrieť na poskytnutý text a vybrať obrázky, ktoré budú vhodným spôsobom tento text dopĺňať. Výsledkom akti-

vity by malo byť komplexné vysvetlenie teórie veľkého tresku ako aj predstavenie výskumu, ktorý sa v súčasnosti realizuje s cieľom vnieť viac svetla do ďalšieho osudu vesmíru.

Školská prax ukázala, že na začiatku aktivity museli žiaci vyhľadať, naštudovať a triediť množstvo informácií súvisiacich s teóriou veľkého tresku. Nakoľko ide o značne abstraktnú a pre žiakov ťažko pochopiteľnú tému, v mnohých prípadoch bola potrebná prednáška odborníka, ktorý danú problematiku žiakom priblížil spôsobom vhodným pre úroveň ich poznatkov. Charakter témy si vyžaduje výraznú medzipredmetovú spoluprácu, nakoľko tvorbe webových stránok sa venuje priestor na hodinách informatiky. Tak ako predchádzajúca aktivita aj aktivita Vesmírny web si vyžadovala pre svoju realizáciu značnú časť voľného času žiakov.

Obr. 4 Ukážka portálov Vesmírny web vytvorených v rámci projektu



a) www.egymbb.sk/vesmir/



b) vesmirny-web.webnode.cz

Záver

Hlavným cieľom vytvorených aktivít v projekte Chain Reaction bola podpora experimentálnej a investigatívnej práce prostredníctvom zaujímavých a realistických situácií, ktoré prepájajú získavanie vedeckých poznatkov a zručností so skúmaním a riešením problémov. Bádanie umožňuje žiakom využívať zručnosti, znalosti a skúsenosti flexibilným a tvorivým spôsobom. Produktívna práca v malých skupinách a možnosť plánovať si vlastnú prácu motivuje žiakov a umožňuje im chápať vedu ako ľudskú činnosť. Každý z nás sa učí inak. Väčšina ľudí sa neučí lineárne a práve bádanie poskytuje príležitosť postupovať rôznymi spôsobmi.

Ako ukážky aktivít naznačujú, realizácia aktivít si vyžadovala oveľa viac času ako len niekoľko vyučovacích hodín. Z toho dôvodu je motivácia žiakov jedným z najdôležitejších faktorov, ktoré majú vplyv na úspešnú realizáciu týchto aktivít. Napriek tomu školská prax ukazuje, že charakter vytvorených bádateľských aktivít výrazne podporuje vnútornú motiváciu žiakov a prispieva k ich zvýšenému záujmu o prírodné vedy aj po skončení projektu.

Príspevok vznikol s podporou projektov: (1) 7. rámcového programu EU č. 321278 „Chain Reaction: A Sustainable approach to Inquiry Based Science Education“ a (2) projektu KEGA č. 049UMB-4/2016 „Rozvoj poznávacích operácií žiakov prostredníctvom experimentálnych aktivít vo výučbe školskej fyziky a ďalších prírodovedných predmetov“.

Literatúra

- BLANCHARD, M. R., SOUTHERLAND, S. A., GRANGEROVÁ, E. M. (2008) No silver bullet for inquiry: making sense of teacher change following an inquiry-based research experience for teachers. In *Science, Teacher Education*, 2008, vol. 93 (2), s. 322-360.
- CAPPS, D. K., CRAWFORDOVÁ, B. A. Inquiry-based Instruction and teaching about nature of science: Are they happening? In *Journal of Science Teacher Education*. 2013, Volume 24, Issue 3, pp 497-526.
- Chain Reaction, [online], [cit. 2016-04-02]. dostupné na internete: <<http://www.chreact.eu/>>.
- Chain Reaction: Earth and Universe Pupil Research Briefs (EUPRBs) – General Teacher's Notes. Sheffield (UK) : Centre for Science Education, 2013. [online]. Dostupné na: <http://www.chreact.org.uk/files/EUPRBs/General_Teachers_Notes.pdf>
- CRAWFORDOVÁ, B. A. Embracing the essence of inquiry: new roles for science teachers. In *Journal of research in Science education*, 2000, vol. 37 (9), s. 916-937.
- SPODNIÁKOVÁ PFEFFEROVÁ, M., HOLEC, S., HRUŠKA, M., RAGANOVÁ, J.: Stratégia rozvíjania bádateľsky orientovaného prírodovedného vzdelávania v projekte Chain Reaction. In *Prírodné vedy, vzdelávanie a spoločnosť / zborník z medzinárodnej vedecko-odbornej konferencie organizovanej v Prešove, 30. september - 02. október 2015*; ed. Andrea Džubinská, Marián Reiffers. - 1. vyd. - Prešov : Slovenská fyzikálna spoločnosť, 2015. - ISBN 978-80-971450-4-0. - S. 210-215.

Mapovanie bádateľských zručností žiakov stredných škôl

Brigita Balogová¹ & Zuzana Ješková²

^{1,2}Oddelenie didaktiky fyziky
Prírodovedecká fakulta
Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach
Park Angelinum 9, 040 01 Košice
Slovensko

¹brigita.balogova@student.upjs.sk

²zuzana.jeskova@upjs.sk

Abstract

In recent years in the field of science education the attention is focused on innovative approaches, such like the inquiry-based science education (IBSE). The main goal of IBSE is to prepare students for their future career by developing and improving their skills to face problems critically, design procedures on how to solve them, realize the designed procedures, process and analyze gained data and draw conclusions based on evidence. Within the national project VEMIV there was a pedagogical experiment designed and carried out. In the paper there is a test of inquiry skills aimed at monitoring the level of inquiry skills development introduced as well as there is an analysis of the results in the field of physical tasks presented.

Keywords: inquiry, skills, testing of inquiry skills

Úvod

Pojem „bádanie“ sa stalo jedným z najfrekvencovanejších pojmov skloňovaným v poslednom období v súvislosti s prírodovedným vzdelávaním. Bádanie sa stalo základom koncepcie vzdelávania známej v zahraničí pod názvom Inquiry-based science education (IBSE), čo odpovedá najčastejšie používanému slovenskému ekvivalentu Bádateľsky orientované vzdelávanie (BOV). Kľúčovými cieľmi výučby orientovanej na bádanie je okrem rozvíjania porozumenia vedeckých poznatkov aj rozvoj bádateľských zručností (Harlen, 2013).

Pojmy súvisiace s BOV sa prelínajú aj v aktuálnom Štátnom vzdelávacom programe pre gymnáziá vo vzdelávacej oblasti Človek a príroda. V cieľoch predmetu fyzika sa zdôrazňuje rozvoj zručností žiakov spojených s bádáním predovšetkým v časti Prírodovedné bádanie ale aj v ďalších oblastiach (ŠVP, Človek a príroda, Fyzika, 2009).

Rozvoj bádateľských zručností v prírodovedných predmetoch ešte výraznejšie podporuje Inovovaný Štátny vzdelávací program pre gymnáziá, ktorý zverejnilo Ministerstvo školstva vo februári 2015. „Žiacke objavovanie, bádanie, skúmanie sú základnými prístupmi, ktoré

umožňujú nielen osvojiť si nové vedomosti, ale aj základy spôsobilostí vedeckej práce a vytvárajú pozitívne postoje k vedeckému spôsobu poznávania sveta.“ (Inovovaný ŠVP, Človek a príroda, Fyzika, 2015).

Keďže cieľom BOV je okrem osvojovania poznatkov a ich porozumenia aj rozvíjanie bádateľských zručností (resp. spôsobilostí vedeckej práce), zaujímalo nás, aká je aktuálna úroveň rozvoja vybraných bádateľských zručností žiakov gymnázií. Vychádzajúc z dostupných domácich a zahraničných zdrojov sme na základe schémy bádateľských zručností vytvorili test, ktorý je zameraný na zhodnotenie aktuálnej úrovne vybraných bádateľských zručností žiakov.

Schéma bádateľských zručností

S rozvojom a implementáciou BOV sa prirodzene objavujú otázky ako tento spôsob výučby hodnotiť, resp. ako hodnotiť žiacke výkony nie len na poli vedomostí ale aj zručností a spôsobilostí bádanie realizovať. Skôr než pristúpime k ich hodnoteniu, musíme si ujasniť, o aké bádateľské zručnosti, nazývané tiež spôsobilosti vedeckej práce ide (Held, 2011). Z mnohých dostupných kategorizácií bádateľských zručností sme vybrali schému postupne vytváranú skupinou autorov (Tamir, Lunetta, 1981, Fradd, 2001, Berg, 2013), ktorú sme ešte upravili a doplnili (Balogová, Ješková, 2016). Táto schéma kopíruje bádateľský cyklus, ktorým žiak prechádza, pričom každý z piatich elementov zahŕňa súbor odpovedajúcich zručností rozvíjaných v rámci experimentálnych činností žiakov, resp. modelovania a tvorby teórií popisujúcich správanie sa objektov a javov (tab. 1). Tento zoznam zahŕňa celé spektrum zručností, ktoré by mal učiteľ prostredníctvom bádateľských aktivít rozličnej úrovne počas vzdelávania u žiakov rozvíjať.

Tab. 1 **Schéma bádateľských zručností** (Tamir, Lunetta, 1981, Fradd, 2001, Berg, 2013, Balogová, Ješková, 2016)

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

Test bádateľských zručností

Pri tvorbe testu bádateľských zručností sme vychádzali zo schémy bádateľských zručností (tab. 1) a z niekoľkých dostupných testov, napr. Test of Integrated Science Process (TISP) (Burns a kol., 1985), Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS) (Gormally a kol., 2012), Scientific Inquiry Literacy Test (SciInqLiT) (Wenning, 2007). Vychádzajúc z uvedených zahraničných zdrojov sme v kooperácii didaktikov matematiky, fyziky a informatiky zostavili test bádateľských zručností.

Test pozostáva z 10 úloh, ktoré sú zamerané na vybrané zručnosti a sú vsadené do matematického, fyzikálneho alebo informatického kontextu (tab. 2). Väčšina úloh je s výberom odpovede, pričom pri dvoch úlohách požadujeme zdôvodnenie výberu odpovede a dve úlohy sú otvorené. Test bádateľských zručností bol pripravený s cieľom diagnostikovať aktuálnu úroveň bádateľských zručností žiakov, ale nie je určený na sumatívne žiacke hodnotenie.

Tab. 2 **Rozdelenie úloh testu podľa zručností a predmetu**

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

Výskumná vzorka

Test bádateľských zručností sme v školskom roku 2015/16 zadali žiakom 11 gymnázií východného Slovenska. Išlo o vyše 800 žiakov 1. a 2. ročníka štvorročných gymnázií, resp. kvinty a sexty osemročných gymnázií. Z vyplnených testov sme získali 751 platných odpovedí, pričom sme z testu vylúčili žiakov, ktorí nezodpovedali 6 a viac úloh. Výskumná vzorka tak zahŕňala 457 dievčat a 294 chlapcov, s 337 žiakmi prvého ročníka a 414 žiakmi druhého ročníka. Žiaci pochádzali z tried s jazykovým, matematickým, informatickým a všeobecným zameraním (graf 1).

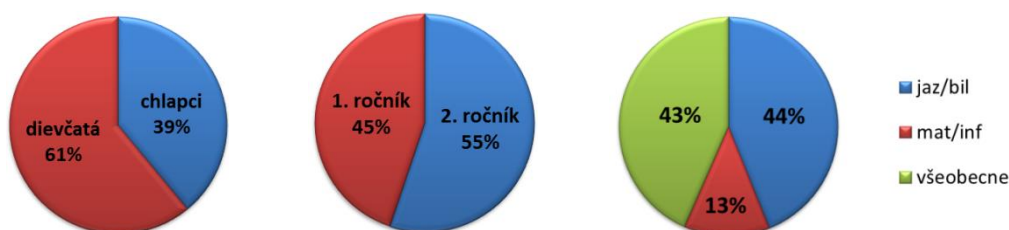
Výsledky testu

Celková priemerná úspešnosť testu bádateľských zručností je **32,5 %**. Dosiahnutá úroveň v 1. ročníku je **31,4 %** a v 2. ročníku **33,4 %**, z čoho môžeme usúdiť,

že úroveň bádateľských zručností žiakov jednotlivých ročníkov sa výrazne nelíši. Vzhľadom na zameranie žiaci z informatických a matematických tried dosiahli v každej úlohe lepšie výsledky ako žiaci ostatných zameraní (13 % - 63 %). Taktiež aj chlapci v porovnaní s dievčatami mali lepšie výsledky najmä v úlohe 9 (d – 38 % ch – 58 %). V tabuľke č. 3 sú uvedené úspešnosti jednotlivých úloh.

Ako vidíme v tabuľke, žiaci dosiahli najnižšiu úspešnosť v úlohe 3 čo bola úloha vsadená do matematického kontextu so zameraním na zručnosť *Diskutovať / obhajovať výsledky/argumentovať*. Najlepšie dopadli úlohy 1.2 a 9 zamerané na zručnosti, ktoré sa zrejme vo výučbe rozvíjajú častejšie - *Identifikovať nezávislé a závislé premenné veličiny* a *Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe dát z tabuliek*. Úspešnosť úloh združených podľa jednotlivých zručností je zobrazovaná v nasledujúcej tabuľke.

Graf 1 Rozdelenie žiakov podľa ročníka, pohlavia a zamerania



Tab. 3 Úspešnosti pre jednotlivé úlohy po ročníkoch a celková výsledná úspešnosť každej úlohy

Úloha	1.1	1.2	2	3	4	5	6	7.1	7.2	8	9	10
1. ročník	31,2%	46,7%	41,2%	9,2%	29,2%	32,6%	31,2%	26,1%	30,6%	31,5%	41,2%	25,7%
2. ročník	30,3%	52,2%	41,3%	6,3%	33,7%	39,1%	28,5%	30,6%	29,0%	28,0%	49,5%	31,7%
Celkové skóre	30,7%	49,7%	41,3%	7,6%	31,7%	36,2%	29,7%	28,6%	29,7%	29,6%	45,8%	29,0%

Tab. 4 Úspešnosti pre jednotlivé úlohy

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

Z tabuľky vidíme, že najnižšiu úspešnosť (18,3 %) žiaci dosiahli v úlohách zameraných na zručnosti obhájiť svoje výsledky a správne a logicky ich zdôvodniť. Nízka úspešnosť odpovedí je aj v úlohách zameraných na zručnosti *Transformovať výsledky do štandardných foriem* (28,6 %), *Určovať presnosť experimentálnych dát* (29,6 %) a *Určovať vzťahy medzi premennými veličinami na základe grafov* (29,7 %). Najúspešnejšie, ale stále pod 50 %, boli úlohy týkajúce sa plánovania experimentu a voľby závislých, nezávislých a kontrolných premenných. Vyššiu úspešnosť nad 36 % dosiahla aj úloha zameraná na zručnosť *Určovanie vzťahu medzi premennými veličinami na základe dát z tabuliek*.

Ak sa zamyslíme nad príčinami týchto nie príliš lichotivých výsledkov, zrejme výsledky sú odrazom toho, čomu venujú učitelia počas výučby pozornosť. Domnievame sa, že argumentačné zručnosti nie sú v školách dostatočne trénované a žiaci nie sú príliš zvyknutí zapisovať argumenty a písomne zdôvodňovať svoje riešenia o čom svedčí veľký počet nezodpovedaných odpovedí. Taktiež zručnosti transformovať údaje do grafov, určovať vzťahy medzi veličinami na základe grafov a určovať presnosť experimentálnych dát sú na nízkej úrovni zrejme kvôli nedostatočnému časovému priestoru na realizáciu experimentálnych aktivít, pri ktorých sa tieto zručnosti najviac rozvíjajú.

Analýza fyzikálnych úloh

V nasledujúcej časti uvedieme analýzu úloh testu bádateľských zručností vsadených do fyzikálneho kontextu.

Zručnosť Formulovať hypotézu.

1.1 Mária sa zamýšľa nad otázkou, či pôda a oceány na Zemi sa Slnkom ohrievajú rovnako. Preto sa rozhodne realizovať skúmanie. Do dvoch nádob umiestni kilogram vody a kilogram hliny. Počas horúceho letné-

ho dňa ich umiestni tak, aby boli ohrievané rovnakým množstvom dopadajúceho slnečného žiarenia.

Akú **hypotézu** by mala Mária testovať, aby získala odpoveď na svoju otázku?

- Ako sa na slnku ohrieva voda a hlina?
- Čím dlhšie je hlina a voda na slnku, tým je hlina a voda teplejšia.
- Hlina a voda sa ohrievajú na slnku rozlične.
- Hlina a voda prijímajú rozličné množstvo slnečného žiarenia v rozličných hodinách počas dňa.
- Hlina a voda sa ohrievajú na slnku rovnako.

Správnu odpoveď C, E si zvolilo iba 6 % žiakov. Ale 35 %, resp. 15 %, žiakov zvolilo za správnu odpoveď len odpoveď C (hypotéza, ktorú teba potvrdiť), resp. len E (hypotéza, ktorú teba vyvrátiť), pričom každá z nich je síce správne ale nie je jediná (graf 2). Pri započítaní správnych odpovedí (1 bod) a čiastočne správnych odpovedí (0,5 bod) celková úspešnosť tejto úlohy dosiahla 30,7 %.

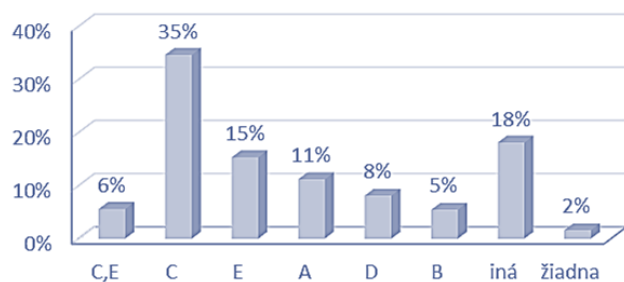
Medzi pomerne časté nesprávne odpovede patrila aj nesprávna hypotéza v podobe otázky, čo svedčí o neznalosti pojmu hypotéza (výrok, veta, tvrdenie), ktorého pravdivosť/nepravdivosť je potrebné určiť.

Predpokladali sme, že lepšie na túto úlohu budú odpovedať žiaci druhého ročníka, ktorí sa s výrokmi a výrokovými formami stretli na matematike v prvom ročníku. Dosiahnuté výsledky sú však porovnateľné (tab. 3).

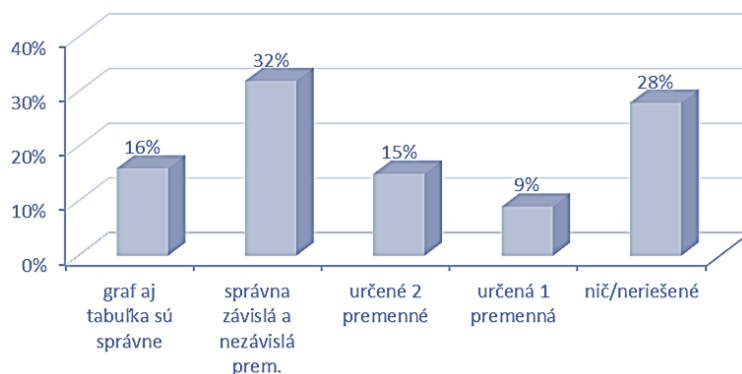
Zručnosť Naplánovať postup, konkrétne Identifikovať závislú a nezávislú premennú veličinu.

1.2 Mária má pred sebou nádoby s vodou a hlinou a ide realizovať experiment. Navrhnite **tabuľku** a zakreslite **osi grafu s fyzikálnymi veličinami**, ktoré má Mária zaznamenávať, aby získala odpoveď na svoju otázku. Zvolené fyzikálne **veličiny zapíšte slovné**.

Graf 2 Percentuálne početnosti žiackych odpovedí na úlohu 1.1 (iná – všetky nesprávne kombinácie)

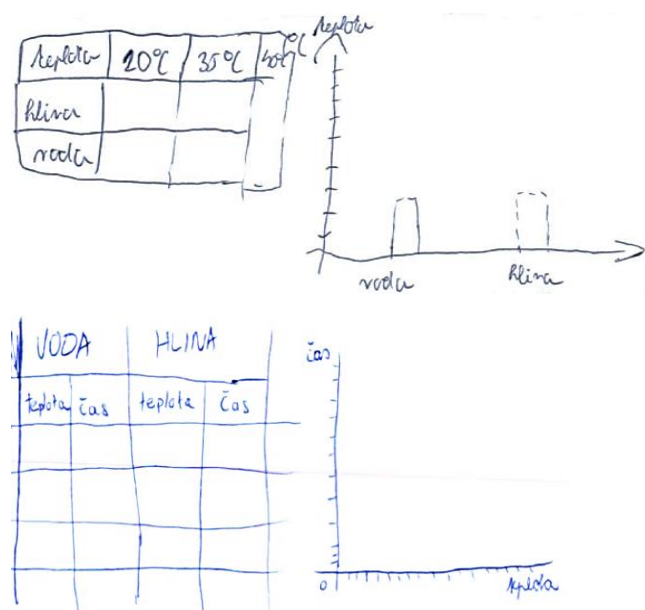


Graf 3 Percentuálne početnosti žiackych odpovedí na úlohu 1.2



Táto časť úlohy dopadla najlepšie z celého testu. V odpovediach žiakov bolo parciálne hodnotené správne určenie závislej aj nezávislej veličiny, ich umiestnenie na osiach a navrhnutá tabuľka pre oba materiály. Úspešnosť tejto úlohy dosiahla takmer 50%. Správne navrhlo tabuľku aj graf pre obe premenné veličiny 16 % žiakov. Najčastejšou chybou žiakov bolo nesprávne určenie závislej a nezávislej veličiny (obr. 1 vľavo). Niektorí žiaci mali problém už pri výbere veličín, napr. volili objem, hustotu, hmotnosť, alebo jednu veličinu zvolili správne a druhú nesprávne (napr. teplo, dĺžka na slnku, materiál, obr. 1 vpravo). Medzi chyby žiakov, ktorí už správne na osiach grafu vyznačili nezávislú veličinu čas a závislú veličinu teplotu, patrili napr.: tabuľka bola navrhnutá iba pre jedno meranie, tabuľka bola navrhnutá pre viacero meraní ale iba pre jeden materiál (neodlíšili meranie pre hlinu a vodu), chýbalo slovné pomenovanie veličín, a pod.

Obr. 1 Ukážky žiackych nesprávnych odpovedí



Pomerne vysoká úspešnosť tejto úlohy môže byť spôsobená tým, že žiaci už na druhom stupni základnej školy vo fyzike v téme *Teplota. Skúmanie premien skupenstva látok* (ŠVP ISCED 2 Fyzika), zostrojujú graf závislosti teploty od času a v matematike (ŠVP ISCED 2, Matematika) v deviatom ročníku v tematickom celku *Grafické znázorňovanie závislosti priamu úmernosti* znázorňujú pomocou grafov.

Zručnosť Naplávať postup (identifikovať a definovať nezávislé a závislé premenné veličiny, vzájomný vzťah).

5. Ak zavesíme na silomer kameň vo vzduchu alebo v kvapaline, silomer ukáže odlišnú výchylku. Ak kameň zavesený na silomere ponoríme do vody, silomer uká-

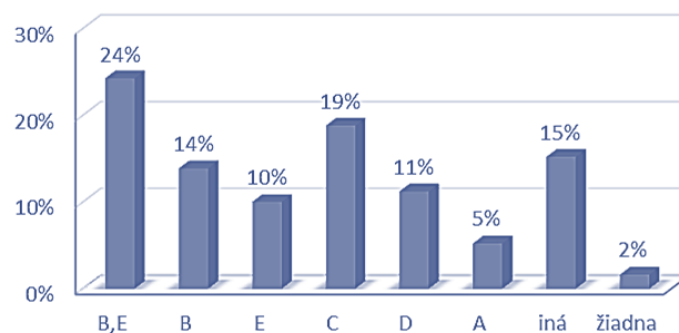
že menšiu výchylku ako vo vzduchu. Sila smerujúca nahor, ktorou voda pôsobí na kameň, sa nazýva vztlaková sila. Žiaci chceli vedieť, ako ovplyvňuje **hmotnosť (ťaž) telesa veľkosť vztlakovej sily**. Vybrali niekoľko telies (môžu byť aj duté), ktoré chceli v experimente použiť.

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

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

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

Graf 4 Percentuálne početnosti žiackych odpovedí na úlohu 5

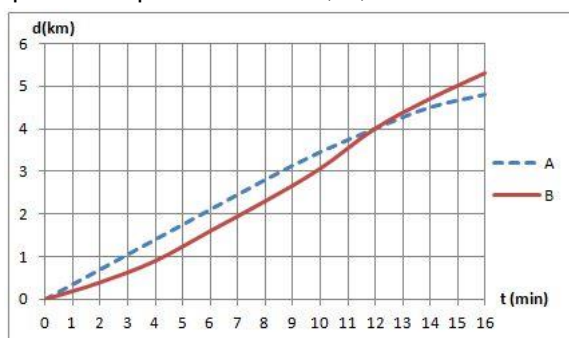


Správnu odpoveď B,E si vybralo 24 % žiakov. Ale 14 %, resp. 10 %, žiakov zvolilo za správnu odpoveď len odpoveď B, resp. len E, ktorá síce správna je ale nie je jediná (graf 4). Pri započítaní správnych odpovedí (1 bod) a čiastočne správnych odpovedí (0,5 bod) celková úspešnosť tejto úlohy dosiahla hodnotu 36,2%. Úloha bola zameraná na pochopenie úlohy kontrolnej veličiny (v tomto prípade objem), ktorá pri sledovaní závislosti jednej veličiny od druhej musí zostať konštantná. Najčastejšia z nesprávnych odpovedí bola možnosť C, ktorá vo svojom znení obsahuje hmotnosť a ťaž čiže parameter, ktorého vplyv mali práve žiaci preskúmať.

Predpokladáme, že žiaci sa hlbšie nezamýšľali nad úlohou a nečítali text s porozumením. To potvrdzuje aj fakt, že kombinácia C, D bola najčastejšou nesprávnou kombináciou.

Zručnosť Určovanie vzťahov medzi premennými veličinami na základe grafov.

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



Na základe grafu vyberte **pravdivé tvrdenie**.

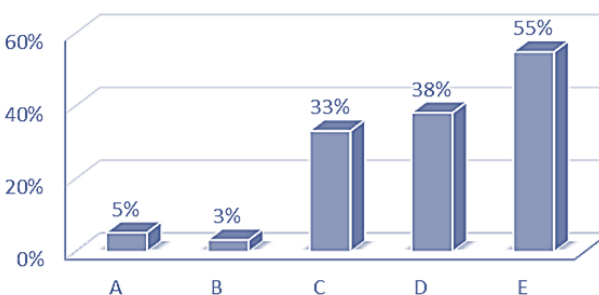
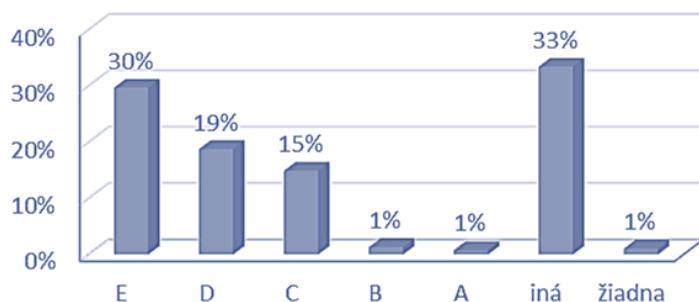
- Prvý kilometer prebehol skôr bežec B.
- Bežec A prebehol za prvých 10 minút viac ako 4 km.

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

Správnu odpoveď E zvolilo 29,7 % žiakov ale v rôznych kombináciách aj s nesprávnou odpoveďou si ju zvolilo až 55 % žiakov. Najčastejšia nesprávna odpoveď bola možnosť D (19 %) ale ako jednu z možností si ju zvolilo až 38 %. Na základe tejto voľby usudzujeme, že žiaci prisúdili väčšiu priemernú rýchlosť tomu bežcovi A, ktorý na väčšej časti grafu dosahoval väčšie hodnoty prejdenej vzdialenosti.

Druhou z najčastejších nesprávnych odpovedí bola možnosť C, ktorú si zvolilo 15 % žiakov. Je síce pravda, že bežci A a B sa vo vzdialenosti 4 km od štartu stretnú, ale ktorý bežec dobehol na dané miesto prvý zmýlila tretinu žiakov. Na základe výberu týchto možností predpokladáme, že žiaci majú problém s pojmom priemerná rýchlosť a s čítaním grafu.

Graf 5 Percentuálne početnosti žiackych odpovedí na úlohu 6 (vľavo) a percentuálne zastúpenie jednotlivých možností v odpovediach žiakov (vpravo)



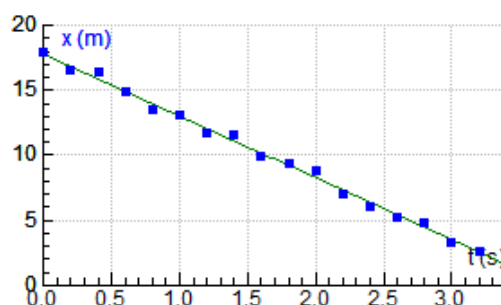
Zručnosť Určovanie presnosti experimentálnych dát – identifikácia možných zdrojov chýb.

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

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

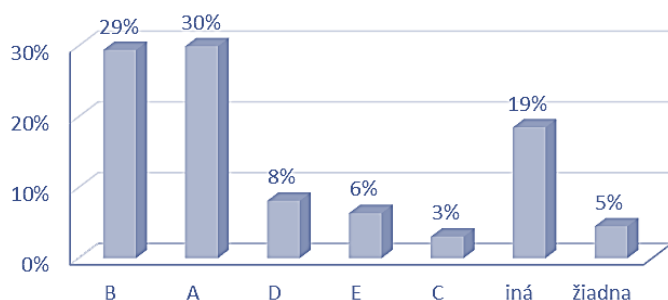
- Plachetnica sa nepohybuje rovnomerne ale počas pohybu postupne spomaľuje.

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



Správnu odpoveď B zvolilo len 29,6 % žiakov. Prekvapivo takmer rovnakú početnosť 30 % dosiahla aj možnosť A, ktorá však s príčinami chýb merania nemá nič spoločné. Zrejme klesajúci charakter závislosti žiakov viedol k výberu odpovede, kde sa spomína spomaľovanie telesa. Opäť sa domnievame, že príčinou môže byť čítanie s porozumením, s ktorým žiaci majú problém aj pri tejto úlohe. Zvyšné nesprávne odpovede boli porovnateľne zriedkavo volené. Možnosť C a E sa týkali softvéru a záznamu videa, ktoré žiaci podľa nás nepokladali za pravdepodobnú príčinu výskytu chýb v meraní. Možnosť D súvisí s popisom priebehu grafu, ale fakt, že táto závislosť je klesajúca a v odpovedi plachetnica zrýchľuje asi spôsobila jej nízke zastúpenie.

Graf 5 Percentuálne početnosti žiackych odpovedí na úlohu 8



Záver

Vytvorený test bádateľských zručností je určený na diagnostikovanie úrovne bádateľských zručností žiakov. Výsledky testovania na vzorke 751 žiakov priniesli nie príliš optimistické výsledky. Žiaci dosiahli priemernú úspešnosť 32,5 %. Prekvapilo nás, že žiaci 2. ročníka dosiahli podobné výsledky ako žiaci 1. ročníka. Predpokladali sme, že druháci počas predchádzajúceho roka štúdia na gymnáziu už realizovali aktivity zamerané na rozvoj vybraných bádateľských zručností, preto sme očakávali vyššiu úspešnosť v teste v porovnaní so žiakmi 1. ročníka.

Ak sa pozrieme na priemerné úspešnosti, ktoré žiaci dosiahli v úlohách zameraných na hodnotenie úrovne jednotlivých testovaných zručností (v rozpätí od 18,3 % do 42,4 %), výrazne nižšiu úspešnosť dosiahli žiaci v úlohách zameraných na uplatňovanie argumentačných zručností. Nižšie úspešnosti žiaci dosiahli aj v úlohách zameraných na zručnosť transformovať výsledky do grafov, resp. tabuliek, identifikovať možné zdroje chýb a určovať vzťahy na základe dát v grafe.

Príčin dosiahnutých výsledkov môže byť viacero. Odhliadnuc od zamerania jednotlivých úloh rozloženie početnosti nesprávnych odpovedí svedčí častokrát o tom, že žiaci majú problémy s čítaním s porozumením. Na-

priek tomu, že v každej úlohe boli kľúčové informácie v texte zvýraznené, žiaci si niekedy vysvetlili zadanie celkom inak. Problémy čítania s porozumením dokladujú aj výsledky testovania PISA 2009 aj 2012 (<http://www.nucem.sk/>).

Ďalšie možné príčiny týchto výsledkov môžu súvisieť aj s nedostatočným časovým priestorom učiteľov realizovať aktivity, na ktorých je možné uvedené zručnosti rozvíjať, resp. aj možné nedostatočné skúsenosti učiteľov s bádateľsky orientovanou výučbou. V ďalšom kroku sme sa preto zamerali na učiteľov, ktorí absolvovali ďalšie vzdelávanie zamerané na BOV. Následne cieľne systematicky implementovali na vyučovacích hodinách matematiky, fyziky a informatiky bádateľské aktivity (minimálne tri v každom predmete) počas obdobia niekoľkých mesiacov. Cieľom pedagogického výskumu bude zmapovať posun žiakov v rozvoji bádateľských zručností po absolvovaní výučby so systematickou implementáciou BOV. Veríme, že cieľená systematická implementácia bádateľských aktivít učiteľmi, ktorí ovládajú metodiku BOV cez kooperáciu viacerých predmetov prinesie pozitívny posun v rozvoji bádateľských zručností žiakov.

Príspevok vznikol v rámci projektu APVV-0715-12: Výskum efektívnosti metód inovácie výučby matematiky, fyziky a informatiky.

Literatúra

- BALOGOVÁ, B.; JEŠKOVÁ, Z. Analýza bádateľských aktivít. In: *Zborník zo seminára Tvorivý učiteľ fyziky VIII, Smolenice 7. - 9. Apríl 2015*. ročník 8, 2016, pp. 14 – 21.
- BURNS, J.C.; OKEY, J.R.; WISE, K. C. Development of an integrated process skill test: TIPS II. In: *Journal of Research in Science Teaching*. ročník 22, číslo 2, 1985, pp. 169 – 177.
- FRADD, S. H., et al. Promoting science literacy with English language learners through instructional materials development: A case study. In: *Bilingual Research Journal*. ročník 25, číslo 4, 2001, pp. 417-439.
- GORMALLY, C.; BRICKMAN, P.; LUTZ, M. Developing a Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS): Measuring Undergraduates' Evaluation of Scientific Information and Arguments. In: *CBE—Life Sciences Education*. ročník 11, 2012, pp. 364 – 377.
- HARLEN, W. *Assessment & Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practice*. Trieste: TWAS-StradaCostiera, 2013. ISBN 978-1-291-33214-8.
- HELD, L. a kol., *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania: IBSE v slovenskom kontexte*. Trnava: Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity, 2011. ISBN 978-80-8082-486-0.
- ŠTÁTNY PEDAGOGICKÝ ÚSTAV. *Štátny vzdelávací program – Fyzika. Príloha ISCED 2*. Bratislava: Štátny pedagogický ústav, 2009.
- ŠTÁTNY PEDAGOGICKÝ ÚSTAV. *Štátny vzdelávací program – Matematika. Príloha ISCED 2*. Bratislava: Štátny pedagogický ústav, 2009.
- ŠTÁTNY PEDAGOGICKÝ ÚSTAV. *Štátny vzdelávací program pre gymnáziá (úplné stredné všeobecné vzdelávanie)*. Bratislava: Štátny pedagogický ústav, 2015.
- TAMIR, P.; LUNETTA, V. N. Inquiry-Related Tasks in High School Science Laboratory Handbooks. In: *Science Education*. ročník 65, číslo 5, 1981, pp. 477-484.
- VAN DEN BERG, E. Didaktická znalost obsahu v laboratorní výuce: Od práce s přístroji k práci s myšlenkami. In: *Scientia in educatione*. ročník 4, číslo 2, 2013, pp. 74-92.
- WENNING, C. J. Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. In: *Journal of Physics Teacher Education Online*. ročník 4, číslo 2, 2007, pp. 21 - 24.

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

Petr Šmejkal¹
Marek Skoršepa²
Eva Stratilová Urválková¹

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

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

Abstract

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

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

Úvod a cíle

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

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

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

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

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

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

Sběr a zpracování dat

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

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

Výsledky a diskuse

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Závěr

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

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

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

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

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

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

Literatura

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Zisťovanie úrovne prírodovednej gramotnosti vysokoškolákov využitím metodiky TOSLS

Darina Lešková
Katarína Ušáková
Elena Čipková

Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie
a pedagogiky,
Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

Abstract

The paper is oriented on the determination of a degree of scientific literacy of university students of natural sciences at graduate level, applying the methodology TOSLS. By quantitative and qualitative analysis of the results of testing, we found out that students have the lowest level of knowledge in skills related to recognition of characteristic features of the scientific research, as well as with the evaluation of the credibility of the source of the scientific information and with interpretation of the quantitative and statistical data. The results also revealed the differences in scores between the single-discipline and double-subject (a teacher) study programs. On the basis of the achieved results, we present in the paper the conclusions and recommendations for the teaching practice.

Keywords: scientific literacy, skills in scientific literacy, PISA OECD, methodology TOSLS, complex tasks

Úvod

Testovanie prírodovednej gramotnosti dospelých populácie sa začalo v USA presadzovať v súvislosti s prudkým rozvojom biotechnológií, nanotechnológií, ale aj s narastajúcimi klimatickými zmenami vo svete, riešenie ktorých si vyžaduje absolventov schopných komplexne prírodovedne myslieť. Prvé medzinárodné testovanie dospelých, ktorí absolvovali prírodovedné vzdelanie, prebehlo v roku 2005 z iniciatívy najvýznamnejšieho experta na testovanie prírodovednej gramotnosti Johna Millera, ktoré potvrdilo šokujúco nízke skóre prírodovednej gramotnosti v testovaných 34. krajinách sveta (Miller, 2007).

Teoretické východiská výskumu

Myšlienka prírodovednej gramotnosti sa vo svete začala šíriť v povojnovom období v 50. rokoch minulého storočia. Už v tom období si ľudia uvedomovali vplyv vedy v technológiách ako základného prvku modernej spoločnosti (Hurd, 1958). Postupom času vznikali odlišnosti v chápaní pojmu prírodovedná gramotnosť. V Amerike sa zaužíval pojem „*scientific literacy*“ ako vedecká gramotnosť, v Británii je zaužívaný výraz „*public understanding of science*“, teda spoločenské chápanie vedy a vo Francúzsku je to napríklad „*la culture scientifique*“ ako veda, ktorá je súčasťou kultúry štátu. Rozdiely vidíme hlavne vo vnímaní hlavného aspektu prírodovednej gramotnosti (Durrant, 1993). Mnohí autori považujú prírodovednú gramotnosť za výsledný aspekt vzdelávania v prírodovedných predmetoch, ako sú napríklad

biológia, chémia, geografia, no presnejšie definovať tento pojem bolo vždy náročné. Prírodovedná gramotnosť mala predovšetkým prispieť k lepšiemu vzdelávaniu v prírodovedných predmetoch (Bybee, 1997). Po dôkladnom prehodnotení všetkých aspektov prírodovedného vzdelávania, pojem prírodovedná gramotnosť zahŕňa jeden dôležitý fakt, a tým je zistenie, do akej miery žiaci a študenti chápu praktický význam vedy v bežných životných situáciách (National Center For Improving Student Learning & Achievement in Mathematics & Science 1999).

V 21. storočí sú to predovšetkým poznatky, ktoré by si mal osvojiť každý žiak, avšak prírodovedná gramotnosť nie je prioritne viazaná na vzdelávací štandard. Vedomosti sú len počiatočný aspekt, ktorý napomáha pri vyvodzovaní záverov a riešení úloh zameraných na prírodovednú gramotnosť (Roth, Barton, 2004). Nedávne skúmania objasnili dôležitosť prírodovednej gramotnosti vo vzdelávaní hlavne v skupinových aktivitách žiakov, kde je prírodovedné myslenie chápané ako dynamický proces, v ktorom je zapojených viac žiakov. Cieľom je rozvoj kritického myslenia, nielen prezentácia vedomostí jedného žiaka na danú problematiku, ale naopak aj názorov viacerých žiakov (Eijck a Roth, 2010).

Na zisťovanie gramotnosti v Európe bol zameraný prieskum zvaný Eurobarometer. V roku 2010 zahŕňal 27 krajín a jeho otázky boli porovnateľné s prieskumom S&T v USA. Boli v ňom otázky zamerané hlavne na biotechnológie. Ako sa preukázalo, vedomosti Európanov, ale aj Američanov o biotechnológiách sú limitujúce. Na druhej strane Európania majú o nanotechnológiách väčšie množstvo informácií, a preto v otázkach genetiky modifikovaných potravín a klonovania zvierat sú viac proti, ako Američania (Gaskell a kol., 2010; Zimmer 2012).

Ako sme už naznačili, počas historického vývoja nachádzame viacero odlišných názorov a tvrdení na pojem prírodovedná gramotnosť. Najväčším problémom vzdelávania v celosvetovom kontexte je správne zakomponovať prírodovednú gramotnosť do vyučovacieho procesu, keďže ju získavame na základe osvojených vedomostí. V tejto súvislosti si odborníci kladú otázky ty-

pu: *Majú sa študenti zamerať viac na aplikovanie vedy do každodenného života alebo technológií? Majú sa učiť kriticky myslieť pri čítaní vedeckých článkov v novinách? Budú študenti schopní vnímať vedu nielen ako súčasť vedeckého povolania, ale aj ako súčasť intelektuálneho rozvoja jednotlivca?* Všetky tieto ciele v otázkach sa vzájomne prelínajú, preto učitelia musia chápať prírodovedné vzdelávanie ako koherentný celok, ktorý bude v sebe zahŕňať aj aktivity týkajúce sa prírodovednej gramotnosti (DeBoer, 2000).

Záujmom odborníkov v tejto oblasti vzdelávania bolo vytvoriť učebné úlohy a testy, ktoré by vhodným spôsobom napomáhali rozvíjaniu prírodovednej gramotnosti a neskôr ju boli schopné aj otestovať a porovnať s výsledkami v danom regióne, krajine aj v celosvetovom kontexte. Tieto úlohy sú praktické, zamerané na tie aspekty prírodovedného vzdelávania, s ktorými sa žiaci a študenti môžu stretnúť v reálnych životných situáciách. Z hľadiska typu ich zaraďujeme medzi úlohy komplexné (bližšie Fang a Wei, 2010).

Od roku 1961, kedy vznikla *Organizácia pre hospodársku spoluprácu a rozvoj* – OECD, sa kladol dôraz nielen na ekonomický rozvoj štátov, ale aj na ich úroveň vzdelania. V spolupráci s viacerými celosvetovými projektmi vzdelávania a organizáciami, ako je UNESCO, vznikol program pre medzinárodné hodnotenie žiakov PISA (*Programme for International Student Assessment*). Jeho hlavnou myšlienkou bolo lepšie sa orientovať vo vzdelávaní nielen na národnej, ale aj celosvetovej úrovni a porovnávať výsledky žiakov v globále, pre lepšie pochopenie rozdielov v jednotlivých štátoch sveta (Lingard a kol. 2005). Testy PISA zisťujú u žiakov vo veku 15 rokov čitateľskú, matematickú alebo prírodovednú gramotnosť, a preto v jednotlivých rokoch boli zamerané hlavne na jeden konkrétny aspekt. Cieľom PISA nie je priame testovanie vedomostí v oblasti prírodných vied podľa školského (štátneho) kurikula, ale hlavne testovanie schopností žiakov prakticky aplikovať vedomosti nadobudnuté v škole do každodenných životných situácií. Tým je testovaná aj pripravenosť žiakov na ich vstup pre trh práce, čo sa dovtedy netestovalo alebo na testovanie neboli vytvorené žiadne vhodné testy. Dôležité je overiť zručnosti, ktoré žiaci a študenti využijú aj v dospelosti (OECD, 2004). V roku 2012 mali žiaci, okrem úloh zameraných na zistenie úrovne matematickej, čitateľskej a prírodovednej gramotnosti, riešiť aj úlohy zamerané na *finančnú gramotnosť*. Test PISA v roku 2015 bol primárne zameraný opäť na *prírodovednú gramotnosť*. Výsledky sa ešte spracúvajú a neboli zatiaľ publikované (PISA, 2014).

Test TOSLS je zameraný na meranie prírodovednej gramotnosti vysokoškolákov. Vychádza zo základných koncepcií prírodovednej gramotnosti, ktoré boli definované Americkou asociáciou na podporu vedy (*American*

Association for the Advancement of Science), Národnou radou pre výskum (*National Research Council*) a samotným programom PISA OECD. Je to praktický a psychometrický test, ktorý je súčasťou prípravného kurzu *General education courses* (skratka *Gen Ed courses*, preklad *Kurzy všeobecného vzdelávania*) v rámci výučby prírodovedných predmetov na vybraných univerzitách v USA. Počas týchto kurzov by sa mali študenti prírodovedných aj neprírodovedných predmetov oboznámiť so základnými zručnosťami prírodovednej gramotnosti, ktoré neskôr využijú v profesijnom živote a v reálnych životných situáciách (Labov, 2004).

Test TOSLS tvorí 28 otázok s možnosťou výberu správnej odpovede z viacerých možností. Hlavné oblasti testovania spočívajú v reálnych problémoch súčasného sveta, ako je napríklad internetová sieť a spoľahlivosť jej zdrojov s obsahom prírodovedných informácií, globálne ekologické a environmentálne problémy a pod. (Brickman, 2012; Gormally, Brickman, Lutz, 2012). Skúmané zručnosti v teste TOSLS môžeme rozdeliť podobne ako v *Gen Ed kurzoch* na dve kategórie. Do prvej kategórie zručností – *voľba vhodných metód nevyhnutných na analýzu prírodovedného poznatku* patria štyri zručnosti:

- identifikovanie platného vedeckého argumentu po overení platnosti hypotézy a získaní vedeckého dôkazu,
- posúdenie vierohodnosti vedeckých zdrojov,
- zhodnotenie využitia a možného zneužitia vedeckej informácie vplyvom sociálnych, ekonomických alebo politických aktivít,
- posúdenie metód výskumu a akou mierou vplývajú na výsledok vedeckého skúmania.

V druhej kategórii zručností – *interpretácia kvantitatívnych dát*, nachádzame úlohy na ich overenie, ako sú:

- tvorba grafického reprezentovania dát,
- interpretovanie dát z grafu,
- pochopenie štatistických údajov,
- riešenie problémov pomocou výpočtov pravdepodobnosti,
- odôvodnenie zhrnutí a záverov na základe získaných kvantitatívnych dát (Gormally, Brickman, Lutz, 2012; Bray Speth a kol., 2010).

Metodika, priebeh a realizácia výskumu

Výskumný problém testovania TOSLS sme vymedzili v súlade s cieľovým zámerom, nasledovne:

- *Aká je úroveň prírodovednej gramotnosti študentov magisterského štúdia prírodných vied?*

Naším zámerom bolo preukázať, že metodika TOSLS je vhodným merným nástrojom na overovanie prírodovednej gramotnosti aj v našich edukačných podmienkach,

pretože umožňuje testovať zručnosti, ktoré by mali ovládať prírodovedne gramotní študenti (navyše v magisterskom stupni štúdia), aj bez absolvovania špeciálneho prírodovedného kurzu.

Výskumnú vzorku tvorili študenti 1. a 2. ročníka magisterského stupňa Prírodovedeckej a Pedagogickej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave na základe dostupného výberu. Testovanie prebehlo v zimnom semestri akademického roku 2015-2016 a zúčastnilo sa ho 79 študentov, z toho 68 študentov bolo z prvého ročníka a 11 z druhého ročníka magisterského stupňa. Testovaní študenti boli dvojodboroví študenti učiteľského zamerania, s predmetom *biológia* alebo *chémia* v kombinácii s *prírodovedným* alebo *humanitným predmetom* a tiež jednodboroví študenti Prírodovedeckej fakulty (N=52). Z jednodborového študijného programu boli v testovaní zastúpení študenti *biochémie, jednotlivých vedných disciplín biológie a environmentalistiky* (N=27). Administráciu testu sme realizovali elektronicky. Súčasťou testu bol dotazník s položkami, ktoré bližšie charakterizovali respondentov (napr. pohlavie, vek, typ absolvovanej strednej školy, predmety, z ktorých maturovali, študijný program a ročník, v ktorom študujú).

Čas na vypracovanie testu bol maximálne 45 minút. Test, preložený z anglického jazyka do slovenčiny pozostával z 28 otázok, ktoré testovali 9 prírodovedných zručností (Tabuľka 2). Každá z otázok mala 4 možnosti, z ktorých bolo potrebné vybrať jednu správnu, resp. najvhodnejší distraktor, ktorý popisuje situáciu z podnetu komplexnej úlohy, pričom podnet bol súvislý (úryvok odborného textu, článku a pod.) alebo nesúvislý text (graf, obrázok, tabuľka, diagram a pod). Za každú úlohu bolo možné získať jeden bod, teda maximálne skóre testu je stanovené na 28 (Gormally, Brickman, Lutz, 2012).

Úlohy v teste sú zamerané na zhodnotenie vedeckých argumentov, čítanie grafov zahŕňajúcich tému zoológie, populačné choroby a environmentalistika, zhodnotenie populačnej analýzy, správneho vedeckého postupu v oblasti farmaceutických odporúčaní, správneho využitia vedy, údajov o vplyve vybraného typu potravín, poznanie zdrojových informácií a stránok výskumu a interpretovanie kvantitatívnych dát v oblastiach živočíšnych a ľudských populácií (pozri príklady úloh).

Na výpočet reliability (spoľahlivosti a presnosti testu) sme použili Kuderov-Richardsonovej vzorec. Platnosť hypotéz sme overovali na základe výsledkov testovania TOSLS s využitím Studentovho t-testu pre dva nezávislé výbery, ktorý porovnáva dáta dvoch rôznych skupín. Pri výpočte sme vychádzali z parametrov aritmetického priemeru (x_1 , x_2) a rozptylu (s_1 , s_2) porovnávaných súborov (Hendl, 2006).

Pri realizácii výskumu sme si stanovili dve *hypotézy*:

1. H_0 : Priemerné skóre jednodborových študentov je rovnaké ako u študentov učiteľského – dvojodborového študijného programu.
 H_1 : Priemerné skóre jednodborových študentov nie je rovnaké ako u študentov dvojodborového študijného programu.
2. H_0 : Priemerné skóre je rovnaké u mužského aj u ženského pohlavia.
 H_1 : Priemerné skóre u mužského a ženského pohlavia je rôzne.

Výsledky výskumu

Kvantitatívna analýza

Získané výsledky boli kvantitatívne (štatisticky) spracované a navzájom porovnávané (Tabuľka 1). Reliabilita testu v nami uskutočnenom výskume dosiahla hodnotu 0,65. Zistenú reliabilitu môžeme aj vzhľadom na veľkosť výskumnej vzorky považovať za akceptovateľnú. Maximálne dosiahnuté skóre v teste bolo 25 a minimálne 8. Aritmetický priemer dosiahol hodnotu 16,75 (SD=3,93) a priemerná úspešnosť riešenia testu bola 59,8%.

Z porovnania štatistických parametrov študentov jednodborového a dvojodborového (učiteľského) študijného programu vyplýva, že učitelia dosiahli nižšie *priemerné skóre* ($X=15,88$) než jednodboroví študenti ($X=18,41$). Študenti učiteľského programu biológia v kombinácii s prírodovednými predmetmi dosiahli takmer rovnaké skóre ($X=15,9$) ako študenti učiteľského programu v kombinácii s humanitnými vedami ($X=15,83$). U študentov učiteľstva sme zistili nižší *index úspešnosti* riešenia testových otázok (57%) ako u jednodborového štúdia (66%).

Platnosť prvej stanovenej hypotézy sme overili prostredníctvom Studentovho t-testu. Hypotéza H_0 v intervale významnosti $p>0,05$ sa t-testom ($p=0,008$) nepotvrdila. Znamená to, že platí hypotéza H_1 , t.j. študenti jednodborových programov dosahujú odlišné skóre (vyššie), ako študenti dvojodborového učiteľského zamerania (nižšie).

Na grafe 1 môžeme vidieť počet správne zodpovedaných otázok u študentov jednodborového študijného programu a na grafe 2 počet správne zodpovedaných otázok u študentov učiteľského študijného programu. Jednodboroví študenti odpovedali najlepšie na otázku 27 ($I=100\%$). Iba jeden študent z jednodborového štúdia odpovedal nesprávne na otázku 7, takže zvyšných 96% študentov na ňu odpovedalo správne. Najhoršie zodpovedaná otázka bola s číslom 14. Pri nej iba 8 študentov z jednodborového programu odpovedalo správne, čo predstavovalo 30%. U študentov učiteľských programov nachádzame podobné výsledky pri najlepšie zodpovedaných otázkach. Najviac študentov odpovedalo správne na otázky 7 a 27, no úspešnosť

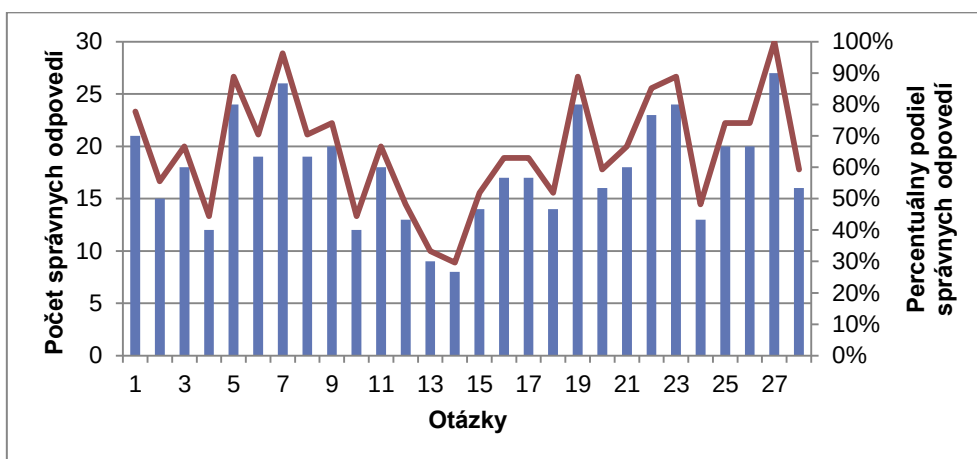
nedosiahla 100%, ako to bolo v prípade jednodoborových študentov, ale iba 88% pri oboch otázkach. Najhoršie zodpovedaná otázka bola s číslom 10, kde iba 23% respondentov na ňu odpovedalo správne. Ak sa

pozrieme na krivku zobrazujúcu percentuálny podiel správnych odpovedí, môžeme povedať, že viac jednodoborových študentov odpovedalo na otázky správne, než je to v prípade študentov učiteľského zamerania.

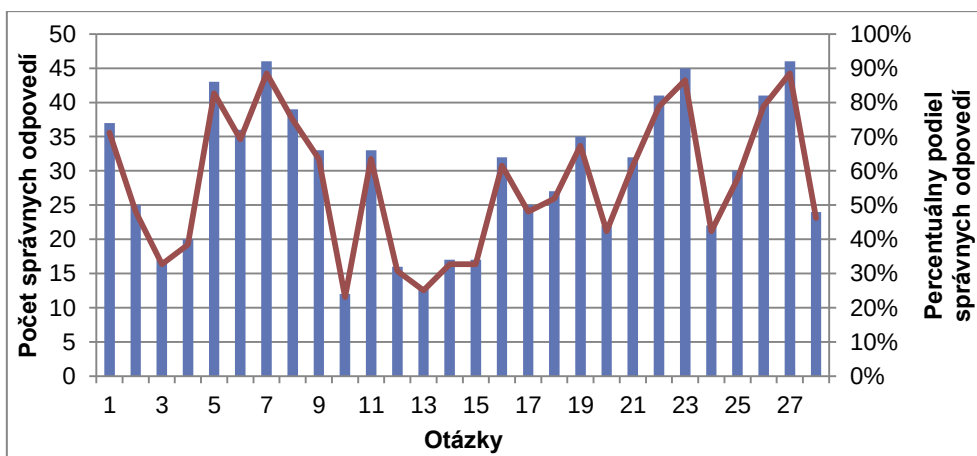
Tab. 1 Porovnanie základných štatistických charakteristík výskumnej vzorky

Parameter	Celkovo	Jednodoboroví	Učelia
Počet respondentov	79	27	52
Počet úloh v teste	28	28	28
Maximálny počet bodov	25	25	23
Minimálny počet bodov	8	8	9
Aritmetický priemer	16,75	18,41	15,88
Medián	18	18	18
Modus	18	18	18
Smerodajná odchýlka	3,93	3,89	3,70
Rozptyl	15,45	15,10	13,71
Variačné rozpätie	17	17	14
Variačný koeficient	0,23	0,21	0,23
Šikmosť	-0,31	-0,80	-0,21
Špicatosť	-0,61	0,96	-0,99

Graf 1 Počet a podiel správnych odpovedí u jednodoborových študentov



Graf 2 Počet a podiel správnych odpovedí u dvojdoborových študentov



Štatistickou analýzou získaných údajov vzhľadom na pohlavie sme zistili, že priemerné skóre u mužov dosiahlo hodnotu 17,88 a u žien 16,62. Studentov t-test nepotvrdil štatisticky významný rozdiel v priemernom skóre mužov a žien ($p=0,426$).

Kvalitatívna analýza

Pri tomto type analýzy sme sa zamerali hlavne na zistenie *indexu úspešnosti a obťažnosti*, aby sme boli schopní určiť, ktoré úlohy a nimi overované zručnosti boli pre študentov ťažšie zvládnuteľné a naopak, ktoré zvládli bez väčších problémov.

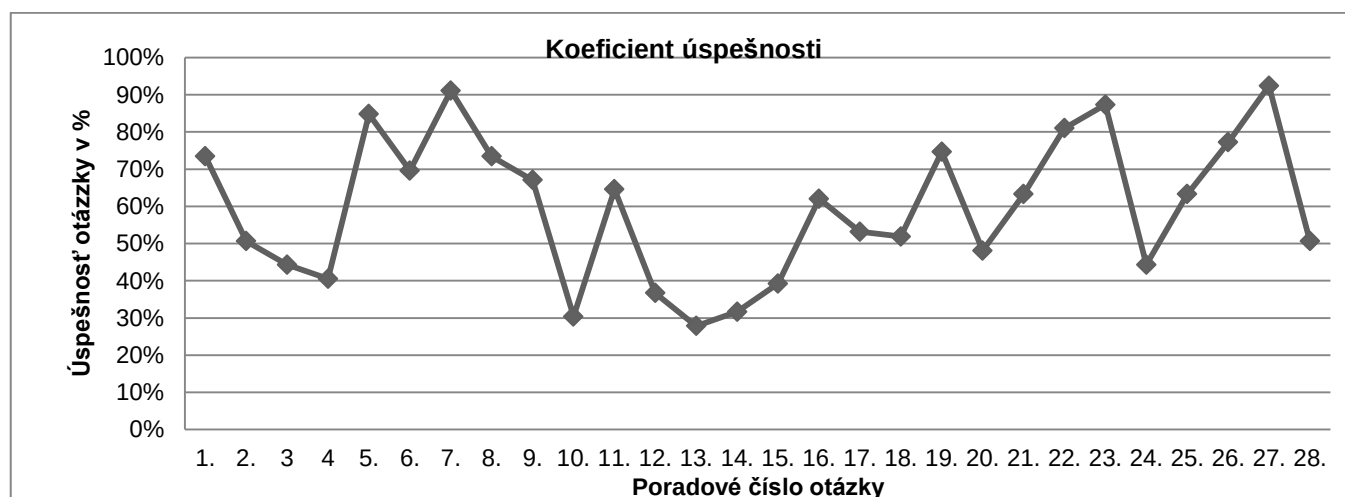
Obťažnosť testu (v) sme vypočítali podľa Feldt (1993) a Pulpán (1991). Čím je hodnota v väčšia, tým je úloha obťažnejšia a naopak. Hodnota $v=0$ znamená, že úlohu vyriešili všetci študenti. Ak $v=1$, úlohu nevyriešil ani jeden študent. Obťažnosť testových úloh zaradených do testu, by sa mala pohybovať v intervale 0,27 – 0,79,

optimálny interval obťažnosti úloh je v rozmedzí hodnôt 0,57 – 0,67. Všetky úlohy v teste TOSLS zodpovedali týmto požiadavkám, pričom priemerná hodnota vypočítaného koeficientu obťažnosti bola 0,60.

Najobťažnejšia bola úloha 13, zameraná na overovanie zručnosti *rozpoznanie znakov vedeckého výskumu* s najnižším koeficientom obťažnosti ($v=0,28$). Naopak, najľahšia bola úloha 27 ($v=0,92$), zameraná na *zhodnotenie správneho využitia alebo zneužitia vedeckej informácie* a úloha 7, zameraná na *čítanie a interpretáciu grafických dát* ($v=0,91$). Úspešnosti riešenia jednotlivých úloh študentmi, zobrazuje graf 3.

V rámci kvalitatívnej analýzy sme sa zamerali predovšetkým na vyhodnotenie ovládania deviatich zručností prírodovednej gramotnosti, ktoré boli testované príslušnými úlohami (Tabuľka 2). Pri každej úlohe sme vyčíslili frekvenciu (percentuálny podiel) správnych odpovedí.

Graf 3 Úspešnosť riešenia jednotlivých testových otázok



Tab. 2 Prírodovedné zručnosti testované v úlohách a frekvencia správnych odpovedí

Zručnosti	Úlohy	Frekvencia správnych odpovedí	Priemerná frekvencia
1. Zhodnotenie právoplatného vedeckého argumentu (napr. kedy vedecký dôkaz potvrdzuje hypotézu).	1	73%	70%
	8	73%	
	11	65%	
2. Rozpoznanie dôveryhodného vedeckého zdroja, ohodnotenie jeho validity, nájdanie odlišností medzi viacerými typmi zdrojov (napr. webové stránky, vedecké žurnály).	10	30%	56%
	12	37%	
	17	53%	
	22	81%	
	26	77%	
3. Zhodnotenie správneho využitia alebo zneužitia vedeckej informácie, rozpoznanie správneho vedeckého postupu a využitia vedy v životných situáciách	5	85%	81%
	9	67%	
	27	92%	

Tabuľka pokračuje na ďalšej strane

Zručnosti	Úlohy	Frekvencia správnych odpovedí	Priemerná frekvencia
4. Rozpoznanie znakov vedeckého výskumu a ich vplyvu na vedecké zistenia a zhrnutia (ohodnotenie jeho silných a slabých stránok, výberu výskumnej vzorky, spôsobu kontroly).	4	41%	41%
	13	28%	
	14	32%	
	25	63%	
5. Tvorba grafu.	15	39%	39%
6. Čítanie a interpretácia grafických dát.	2	51%	66%
	6	70%	
	7	91%	
	18	52%	
7. Riešenie problémov na základe vyhodnotenia kvantitatívnych dát zahŕňajúcich pravdepodobnosť a štatistiku (frekvencia, percentuálny podiel a pod.).	16	62%	66%
	20	48%	
	23	87%	
8. Porozumenie a interpretácia základných štatistických foriem (napr. rozpoznanie štatistických chýb, porozumenie významu štatistiky).	3	44%	54%
	19	75%	
	24	44%	
9. Odôvodnenie predpokladov a záverov založených na kvantitatívnych dátach.	21	63%	57%
	28	51%	

Najväčší percentuálny podiel správnych odpovedí (92%) sme zaznamenali v úlohe 27, ktorá bola zameraná na *rozpoznanie správneho vedeckého prístupu*. Uvedená otázka bola zahrnutá pod zručnosť č. 3 zameranú na *zhodnotenie správneho využitia alebo zneužitia vedeckej informácie, rozpoznanie správneho vedeckého postupu a využitia vedy v životných situáciách*. Zároveň môžeme konštatovať, že najviac správnych odpovedí (81%), nachádzame práve pri úlohách, ktoré testovali túto zručnosť.

Úloha 27

Ktorý z nasledovných postupov je správny (validný) z pohľadu vedy? Označte iba jednu možnosť.

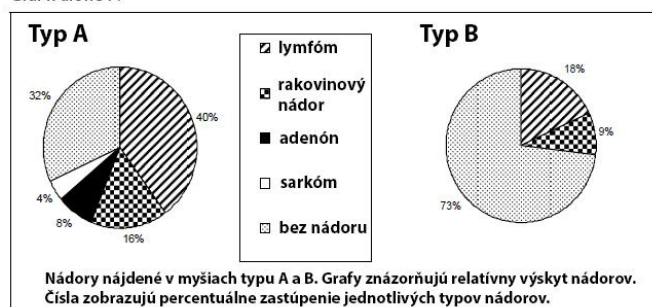
- Vedecký časopis zamietol štúdiu, pretože výsledky poskytujú dôkazy proti široko akceptovanému modelu.
- Vedecký časopis s názvom *Science* stiahol svoj publikovaný článok po tom, čo zistil, že výskumník zámerne upravil informácie.
- Vedec ponúka zadarmo vzorky novoobjaveného lieku pacientom, ktorí ho potrebujú.
- Starší vedec nabáda svojho študenta, aby uverejnil štúdiu obsahujúcu zistenia, ktoré sa nedajú overiť.

Študenti s vysokou úspešnosťou ($I=91\%$) riešili aj úlohu 7, ktorá bola zameraná na interpretáciu graficky znázornených dát a spadala pod zručnosť č. 6 – *čítanie a interpretáciu grafických dát*.

Úloha 7

Ktorá z nasledujúcich možností najlepšie interpretuje informácie v grafe? Označte iba jednu možnosť.

Graf k úlohe 7.



Upravené podľa Wang, Y., S. Klumpp, H.M. Amin, H. Liang, J. Li, Z. Estrov, P. Zweidler-McKay, S.J. Brandt, A. Agulnick, L. Nagarajan. 2010. SSBP2 is an in vivo tumor suppressor and regulator of LDB1 stability. *Oncogene* 29: 3044-3053.

- Výskyt myší typu "A" s lymfómom je častejší ako výskyt myší typu "A" bez nádoru.
- Myši typu "B" sú náchylnejšie na nádorové ochorenie ako myši typu "A".
- Lymfóm je zastúpený rovnako u oboch typov myší.
- Iba u myší typu "B" je rakovinový nádor menej bežný ako lymfóm.

Úlohu 23 (zručnosť č.7), v ktorej bol využitý *jednoduchý matematický vzorec a kvantitatívne dáta*, správne zodpovedalo 87% študentov. Pomerne vysoké percento respondentov odpovedalo správne aj na úlohy 5 (85%) a 22 (81%), ktoré sa týkali *posúdenia vierohodnosti lieku*.

Úloha 23

Génový test vykazuje sľubné výsledky v diagnostikovaní rakoviny žalúdka vo včasnóm štádiu. Avšak 5% zo všetkých testov je chybné pozitívnych; čo znamená, že výsledky ukazujú prítomnosť rakoviny aj napriek tomu, že pacient je úplne zdravý. Ak rátame s týmito mylnými pozitívnymi výsledkami, koľko ľudí z 10 000 by malo pozitívny výsledok testu a obávalo by sa zbytočne?

- a) 5
- b) 35
- c) 50
- d) 500

Najmenej úspešne riešili študenti úlohu 13, ktorou sa testovala zručnosť č. 4 – *rozpoznanie znakov vedeckého výskumu a ich vplyv na vedecké zistenia a interpretáciu výsledkov*. Úloha bola odlišná v tom, že správna bola iba jedna možnosť, ktorá však v sebe zahŕňala všetky predchádzajúce možnosti. Priemerná frekvencia správnych odpovedí v rámci tejto zručnosti bola druhá najhoršia, s percentuálnym podielom 41%.

Úloha 13

Vedúca výskumného tímu hovorí: „Myslím si, že konzumenti „diétnych – light“ nápojov by mali mať tento fakt na zreteli, ale nemyslím si, že by mal niekto hneď meniť svoje stravovacie návyky.“ Prečo neodporučila ľuďom ihneď prestať piť „light“ nápoje? Označte iba jednu možnosť.

- a) Výskum by sa mal opakovať s reprezentatívnejšou vzorkou americkej populácie.
- b) Vo výskume mohli byť prítomné významné omyly (alternatívne vysvetlenia vzťahu medzi diétnymi nápojmi a cievnyimi ochoreniami).
- c) Subjekty neboli náhodne rozdelené do experimentálnej a kontrolnej skupiny.
- d) Všetky možnosti uvedené vyššie.

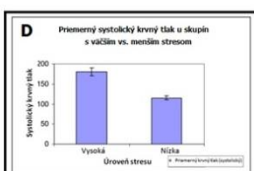
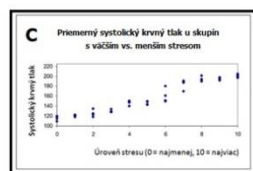
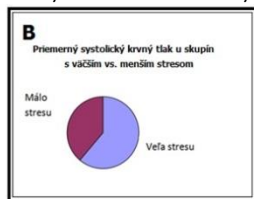
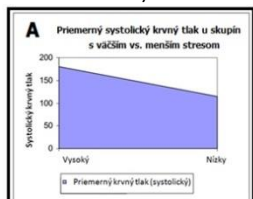
Podobná situácia nastala aj v úlohe 15, *tvorba grafu* (zručnosť č.5), ktorú sme vyhodnotili ako najhoršie zvládnutú zručnosť. Správne odpovedalo 38 % študentov a 39 % z nich si zvolilo ako správnu možnosť zložitý, no objektívne nelogický graf.

Úloha 15

Vedci zistili, že ľudia, ktorí sú často vystavovaní stresu majú štatisticky významne vyšší krvný tlak ako ľudia, ktorí sa v stresových situáciách nachádzajú menej často. Ktorý z nasledujúcich grafov je najvhodnejší pre zobrazenie priemerných hodnôt krvného tlaku u ľudí s väčším a menším stresom?

Označte iba jednu možnosť.

- a) Graf A
- b) Graf B
- c) Graf C
- d) Graf D



Najmenší rozdiel vo frekvenciách správnych odpovedí nachádzame v otázkach testujúcich zručnosť č. 1 – *zhodnotenie právoplatného vedeckého argumentu*. Na otázky 1 a 8 odpovedalo správne rovnako 73% respondentov a na otázku 11 zasa 65% študentov. Priemerná frekvencia správnych odpovedí bola druhá najvyššia, teda 70%, čo môže znamenať, že otázky sú vyvážené z hľadiska náročnosti a že vedomosti a zručnosti študentov v tejto oblasti sú približne rovnaké.

Úloha 1

Ktorý z nasledovných výrokov môžeme považovať za vedecký argument? Označte iba jednu možnosť.

- a) Výška vodnej hladiny na pobreží Golského zálivu, ktorú namerali tento rok je nižšia ako zvyčajne; hodnoty namerané v mesačných odstupoch boli takmer o 0,1 cm nižšie ako je ich priemerná hodnota. Tento fakt nám napovedá, že zvyšovanie hladiny morí nás nemusí znepokojovať.
- b) Istý rod myši bol geneticky upravený tak, aby mu určitý gén chýbal a myši neboli schopné reprodukcie. Spätná aplikácia génu do zmutovaných myši spôsobila, že boli opäť schopné reprodukcie. Tento fakt nám napovedá, že gén je zodpovedný za reprodukciu myši.
- c) Výskum ukázal, že 34% Američanov verí, že dinosaury a praľudia žili v tom istom časovom období, pretože nálezy stôp oboch druhov boli objavené v tej istej oblasti. Tento rozšírený názor slúži ako vhodný dôkaz k podpore tvrdenia, že opica nie je predchodcom človeka.
- d) Počas zimy padlo v Amerike rekordne veľa snehových zrážok a priemerné mesačné teploty v niektorých oblastiach neboli vyššie ako -16°C. Tento fakt nám napovedá, že nastáva zmena v klimatických podmienkach.

Záver a odporúčania výsledkov testovania metodikou TOSLS

- Študenti jednodoborových programov dosiahli štatisticky významne vyššie priemerné skóre v riešení testu ako študenti dvojdoborového učiteľského zamerania. Priemerná úspešnosť riešenia testu bola 59,8%.
- Štatistická analýza nepotvrdila štatisticky významný rozdiel v riešení testu vzhľadom na pohlavie.
- Študenti boli najúspešnejší v riešení úloh 5 a 27 (*zhodnotenie správneho využitia alebo zneužitia vedeckej informácie*), 22 (*rozpoznanie dôveryhodnosti zdroja informácií*), 7 (*čítanie a interpretácia grafických dát*) a 23 (*riešenie problémov na základe vyhodnotenia kvantitatívnych dát*).
- Študenti jednodoborového programu aj študenti učiteľského programu zodpovedali najlepšie na úlohu 27, ktorá sa týka *správneho vedeckého prístupu a stiahnutia publikovaného článku z internetu*.
- Iba u študentov jednodoborového štúdia sme zistili aj 100% úspešnosť (úloha 27). Študenti učiteľského programu dosiahli v riešení tej istej úlohy úspešnosť 88%, čo bola zároveň aj najlepšie zodpovedaná úloha. Zistili sme, že viac jednodoborových študen-

tov odpovedalo na úlohy správne než dvojodbo-
rových študentov.

- Najmenej úspešne boli vyriešené úlohy 10 (*dôvery-
hodnosť zdrojov*), 13 a 14 (*rozpoznanie znakov ve-
deckého výskumu*). V rámci jednodoborového štú-
dia to boli úlohy 13 a 14 a v učiteľskom štúdiu úlohy
10 a 13 (Tabuľka 2).
- Najväčším problémom bola pre študentov úloha 13,
kde bolo potrebné pochopiť *jednotlivé postupy pri
výskume a správne ich zhodnotiť*.
- Študenti odpovedali primerane na úlohu súvisiacu
s čítaním kruhového grafu (úloha 7), no v iných
otázkach týkajúcich sa čítania grafov už neboli na-
toľko úspešní (Tabuľka 2). Odporúčame preto, aby
úlohy zamerané na čítanie a interpretáciu grafov bo-
li vo väčšej miere zaradené do edu-kačného proce-
su nielen na vysokých školách, ale už aj na úrovni
strednej školy.
- Študenti jednodoborového aj dvojodborového štu-
diijného programu majú najväčší problém s úlohami
zameranými na testovanie zručností *rozpoznania
znakov vedeckého výskumu a ich vplyvu na vedec-
ké zistenia, zhodnotenia dôveryhodnosti vedeckého
zdroja, interpretáciu kvantitatívnych dát a štatistic-
kých foriem*. Práve rozvíjaním týchto zručností by sa
malo venovať v edukačnom procese viac času,
napr. v rámci laboratórnych cvičení preferovaním
bádateľských aktivít.
- Úlohy podobného typu, týkajúce sa *prírodovedného
výskumu a jeho metód*, by sa mali študentom pred-
kladať vo väčšej miere, aby mali dostatočné vedo-
mosti o tom, ktoré podmienky musia byť splnené,
aby bol výskum relevantný a plnohodnotný.
- Rovnako odporúčame, aby študenti prichádzali,
napr. aj v rámci výberových predmetov na baka-
lárskom stupni štúdia, vo väčšej miere do kontaktu
s viacerými internetovými vedeckými zdrojmi (kniž-
nice, databázy, vedecké publikácie), aby boli
schopní posúdiť ich dôveryhodnosť. Taktiež by
v rámci výučby a riešenia záverečných prác mali
viac sústrediť pozornosť na hodnotenie a posúdenie
kvantitatívnych dát s využitím štatistických metód.

*Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu
a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-14-0070.*

Literatúra

- BRAY SPETH, E. a kol. 1, 2, 3, 4: Infusing quantitative literacy into intro-
ductory biology, In *CBE Life Sci Educ.* [online]. 2010. Vol. 9, no. 3, p.
323–332, cit. [2016-01-27]. ISSN 1935-7885. Dostupné
na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2931680/>
- BRICKMAN, P. Media-savvy scientific literacy: Project based instruction
to develop critical evaluation skills, In *Am Biol Teach.* [online]. 2012. Vol.
74, no. 6, p. 374–379, cit. [2016-01-27]. ISSN 1938-4211. Dostupné na:
www.depauw.edu/files/resources/brickman2012.pdf
- BYBEE, R. Toward an understanding of scientific literacy. In *W. Graber &
C. Bolte (Eds.), Scientific literacy*, Kiel, Germany: Institute for Science Ed-
ucation (IPN), 1997, p. 37–68.
- DEBOER, G.-E. Scienti@c Literacy: Another Look at Its Historical and
Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Re-
form, In *Journal of Research in Science Teaching* [online]. 2000. Vol. 37,
no. 6, p. 582–601, ISSN: 1361-6609, cit. [2015-11-28]. Dostupné na:
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1098-2736%28200008%2937:6%3C582::AID-TEA5%3E3.0.CO;2-L/abstract>
- DURRANT, J. R. What is scientific literacy? In *J. R. Durant & J. Gregory
(Eds.), Science and culture in Europe*, London: Science Museum, 1993.
p. 129–137.
- EIJCK, M., ROTH, W.-M. Theorizing scientific literacy in the wild, In *Edu-
cational Research Review* [online]. 2010. Vol. 5, p. 184–194, cit. [2015-
11-27]. Dostupné na:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X10000230>
- FANG, Z., WEI, Y. Improving middle school students' science literacy
through reading infusion, In *Journal of Educational Research* [online].
2010. Vol. 103, no. 4, p. 262–273, cit. [2016-01-29]. ISSN 0022-0671.
Dostupné na: <http://eric.ed.gov/?id=EJ879927>
- FELDT, L. S. The relationship between the distribution of item difficulties
and test reliability, In *Appl Meas Educ.* [online]. 1993. Vol. 6, 37–48, cit.
[2016-01-27]. ISSN 0895-7347. Dostupné na:
<http://eric.ed.gov/?id=EJ466279>
- GASKELL, G. a kol. Europeans and biotechnology in 2010: Winds of
change?, European Commission Directorate-General for Research,
2010. ISBN 978-92-79-16878-9.
- GORMALLY, C., BRICKMAN, P., LUTZ, M. Developing a Test of Scien-
tific Literacy Skills (TOSLS): Measuring Undergraduates' Evaluation of
Scientific Information and Arguments, In *CBE—Life Sciences Education*.
[online]. 2012. Vol. 11, no. 4, p. 364–377, cit. [2016-01-26]. ISSN: 1931-
7913. Dostupné na:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3516792/>
- HENDL, J. Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a me-
taanalýza dat. Praha: Portál, 2006. 583 s. ISBN 80-7367-123-9.
- HURD, P. DeH. Science literacy: Its meaning for American schools, In
Educational Leadership [online]. 1958. Vol. 16, p. 13–16, [cit. 2015-11-27].
Dostupné na:
http://ascd.com/ASCD/pdf/journals/ed_lead/el_195810_hurd.pdf
- LABOV, J. B. The challenges and opportunities for improving undergrad-
uate science education through introductory courses, In *Cell Biol Educ.*
[online]. 2004. Vol. 3, no. 4, p. 212–214, cit. [2016-01-26]. ISSN 1536-
7509. Dostupné na: <http://www.lifescied.org/content/3/4/212.full>
- LEŠKOVÁ, D. Zisťovanie úrovne prírodovednej gramotnosti v biológii
využitím metodiky TOSLS. Diplomová práca. Školiteľ: K. Ušáková, Brati-
slava: PrIF UK, 95 s. (prílohy 17 s.), 2016.
- LINGARD, B., a kol. Globalising policy sociology in education: working
with Bourdieu, In *Journal of Education Policy* [online]. 2005. Vol. 20, no. 6,
p. 759–777, cit. [2016-01-21]. ISSN 1464-5106. Dostupné na:
<http://www.eprints.qut.edu.au/2505/1/2505.pdf>
- MILLER, J.-D. The impact of college science courses for non-science
majors on adult scientific literacy, In *The critical role of college science
courses for non-majors*, San Francisco [online]. 2007. cit. [2015-11-29].
Dostupné na:
<https://www.aps.org/units/fed/newsletters/summer2009/hobson.cfm>
- National Center for Improving Student Learning & Achievement in Math-
ematics & Science. Tackling the question: What science should students
learn? Principled Practice in Mathematics and Science Education, 1999,
vol. 3, p. 7–10.
- OECD. Learning for Tomorrow's World, First Results from PISA 2003, In
OECDiLibrary [online]. 2004. p. 478. cit. [2016-01-21]. Dostupné na:
http://www.oecd-ilibrary.org/education/learning-for-tomorrow-s-world_9789264006416-en
- PISA. Program for International Student Assessment (PISA), In *Nces
handbook of survey methods* [online]. 2014. cit. [2016-01-21]. Dostupné
na: <http://nces.ed.gov/Surveys/PISA/>
- PŮLPÁN, Z. 1991. Základy sestavování a klasického vyhodnocování
didaktických testů, Hradec Králové: Kotva, 1991. 148 s. ISBN 80-900254-
4-7.
- ROTH, W.-M., BARTON, A. C. *Rethinking scientific literacy*, New York:
Routledge, 2004. ISBN 0-415-948436.
- ZIMMER, C. Science Literacy: A Worldwide Look: Science and Technol-
ogy: Public Attitudes and Understanding, In *Science for the curious dis-
cover* [online]. 2012. Vol. 1, p. 1-51, cit. [2015-11-28]. Dostupné na:
<http://blogs.discovermagazine.com/loom/2012/06/11/science-literacy-a-worldwide-look/#.VwkywTFST9o>

Zisťovanie úrovne vedomostí žiakov 6. ročníka základných škôl z biológie

Soňa Nagyová¹
Katarína Ušáková
Elena Čipková
Mária Kucháriková

Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského
Mlynská dolina, Ilkovičova 6

842 15 Bratislava

Slovenská republika

¹nagyova@fns.uniba.sk

Abstract

The paper deals with didactic research, where we investigated the level of knowledge of 6th grade students of elementary school. As a research tool, we used a non-standardized knowledge test in two versions - I, II. The tests reflected the biology curriculum around the sixth grade, topics: The life of man in human settlements; The basic structure of life; Living organisms and their structure; The construction of the body of plants and fungi; Physique invertebrates. The test results have undergone some quantitative and qualitative analysis. In this article we analyzed what mistakes the students committed solving the test.

Keywords: knowledge test, biology, students of elementary school

Úvod

Vedomosti tvoria v mnohých vyučovacích predmetoch podstatnú časť učiva. Jednou z výhrad, ktorá sa učiteľom opakovanne dostáva od verejnosti je fakt, že žiaci nedokážu použiť v bežnom živote to, čo sa v škole naučia, že nie sú schopní aplikovať poznatky za iných okolností, ako na vyučovaní (Kalhous, Obst a kol., 2009). Mnohé realizované didaktické výskumy v oblasti monitorovania stupňa osvojenia biologických pojmov žiakmi (napr. Ušáková a Habánková, 1997; Ušáková a Kancírová, 2015) ako aj mnohé medzinárodné merania (napr. TIMSS, OECD PISA) potvrdili priemerné až podpriemerné výsledky našich žiakov v riešení úloh zameraných na zapamätanie, porozumenie a aplikáciu poznatkov v bežnom živote a nízku úroveň prírodovednej a čitateľskej gramotnosti. Tieto dôvody poukazujú na opodstatnenosť priebežného monitorovania stupňa osvojenia biologických pojmov žiakmi.

Ciele a metodika výskumu

Cieľom výskumu bolo zistiť úroveň osvojenia vedomostí žiakov z biológie na konci 6. ročníka základných škôl (ZŠ). Vychádzajúc z cieľa výskumu sme si stanovili výskumný problém: „Aká je úroveň vedomostí a zručností žiakov na konci 6. ročníka ZŠ?“ Výkon žiakov, ktorý by dosiahol 60%-nú úspešnosť, by sme považovali za primeraný a optimálny. Vychádzali sme zo skutočnosti, že žiaci riešili úlohy vedomostného testu bez opakovania učiva a v prípade niekoľkých tém aj s niekoľkomesačným časovým odstupom od jeho osvojovania. V testoch

boli obsiahnuté všetky tematické celky učiva biológie 6. ročníka ZŠ. Výskum sme realizovali v školskom roku 2015/2016, v mesiaci jún po uzatvorení známok z biológie. Distribuovali sme 250 testov, návratnosť bola 161 vyplnených didaktických testov (test I aj test II). Výskumnú vzorku – spolu 161 žiakov 6. ročníka základných škôl – sme získali dostupným výberom (päť základných škôl – Martin, okres Martin, Košice, Bratislava a Pezinok), nie všetci oslovení učitelia prejavili ochotu podieľať sa na výskume.

Výskumným nástrojom bol nami vytvorený neštandardizovaný, vedomostný test I a test II. Pri tvorbe testov sme vychádzali z učiva biológie pre 6. ročník ZŠ, v súlade s platným Štátnym vzdelávacím programom (ŠVP) ISCED2 (ŠPÚ, 2009) pre nižšie sekundárne vzdelávanie a s využitím aktuálne platnej učebnice biológie (Uhereková a kol. 2009). Na základe didaktickej analýzy ŠVP, učebnice biológie a konzultácií s učiteľmi biológie ZŠ sme vytvorili dva vedomostné testy „Biológia pre 6. ročník ZŠ“. Test I obsahoval testové položky tematicky zamerané na učivo prvého polroka (test riešilo 82 žiakov), test II obsahoval testové položky tematicky zamerané na učivo druhého polroka (test riešilo 79 žiakov). Našou snahou bolo zostaviť obidva testy z úloh s porovnateľnou náročnosťou. Testové položky korešpondovali s tematickými celkami: *Život s človekom v ľudských sídlach (13 položiek - test I); Základná štruktúra života (2 položky - test I); Živé organizmy a ich stavba (8 položiek - test I); Stavba tela rastlín a húb (18 položiek - test II); Stavba tela bezstavovcov (5 položiek - test II).*

Finálne verzie testov I a II obsahovali po 23 úloh. Zvolili sme uzavreté úlohy kvôli väčšej objektívnosti pri ich vyhodnocovaní, konkrétne – *doplňovacie, prirad'ovacie, usporiadacie, s výberom odpovede a dichotomické* (Prokša a Held, 2008; Kucháriková, 2016) - (Tab. 1). Primeranosť odporúčaného času riešenia úloh (35 minút) sme si overili v predvýskume. V súvislosti s administráciou testov sme mali snahu zabezpečiť žiakom jednotné podmienky testovania. Úlohy boli hodnotené nasledovne:

- správna odpoveď – 2 body
- čiastočne správna odpoveď – 1 bod
- nesprávna odpoveď – 0 bodov.

K nesprávnym odpovediam úloh sme zaradili aj tie, ktoré žiaci neriešili. Maximálny počet bodov každého z testov bol rovnaký – 46 bodov.

Tab. 1 **Prehľad počtu jednotlivých typov úloh oboch variantov testu I a II**

Typy testových položiek	Test I počet úloh	Test II počet úloh
doplňovacie	2	3
priradovacie	8	11
zoraďovacie	1	1
s výberom odpovede	8	6
dichotomické	4	2
spolu počet úloh	23	23

Výsledky sme podrobili kvantitatívnej a kvalitatívnej analýze. Pri výpočte príslušných hodnôt jednotlivých veličín sme postupovali podľa autorov Prokša, Held a kol. (2008), Hniličková, Josífko a Tuček (1972).

V **kvantitatívnej analýze** sme sa zamerali na výpočet **úspešnosti** I(%) testu a jednotlivých úloh. Z hodnôt indexu úspešnosti sme odvodili **obťažnosť** jednotlivých úloh, pričom platí vzťah: $\text{obťažnosť} = 100\% - \text{úspešnosť}$ (Kubiš a kol., 2012).

Citlivosť nám slúži na dostatočné odlíšenie lepších žiakov od žiakov "slabších". Hodnota diskriminačného koeficientu D sa pohybuje v intervale od -1 po 1. Ak má D (diskriminačný koeficient) hodnoty záporné, potom danú úlohu úspešne riešili v prevažnej miere žiaci s horšími výsledkami v teste a tak úloha nevhodne rozlišuje žiakov na lepších a "slabších". Vtedy hovoríme, že položka nie je citlivá. Naopak je to pri kladnej hodnote diskriminačného koeficientu (D) - úloha je citlivá a dostatočne rozlišuje žiakov. V prípade že D nadobúda hodnotu 0, úloha nie je citlivá, nakoľko žiaci lepší i "slabší" riešili úlohu rovnako úspešne (Lavický, 2014).

V **kvalitatívnej analýze** sme upriamili pozornosť na výpovednú hodnotu riešenia úloh oboch variantov testu, percentuálne sme vyčíslili chybovosť a zamerali sme sa na výskyt najčastejších nesprávnych odpovedí.

Tab. 2 **Klasifikácia obťažnosti položiek** (Kubiš a kol., 2012)

hodnota úspešnosti (%)	obťažnosť úlohy
(0,0 – 20,0>	veľmi obťažná
(20,0 – 40,0>	obťažná
(40,0 – 60,0>	stredne obťažná
(60,0 – 80,0>	ľahká
(80,0 – 100,0>	veľmi ľahká
spolu počet úloh	23

Výsledky

Kvantitatívna analýza

Na výpočet **reliability** (spoľahlivosti) merného nástroja sme použili koeficient Cronbachovo alfa. Vypočítali sme nasledovné hodnoty: test I – Cronbachovo alfa = **0,77**, test II - Cronbachovo alfa = **0,82**. Môžeme konštatovať, že oba testy (I, II) vykazujú veľmi dobrú spoľahlivosť.

V Tab. 3 uvádzame hodnoty **indexu úspešnosti** I(%) oboch testov (I, II) „*Biológia pre 6. ročník ZŠ*“ a jednotlivých testových položiek. Z údajov v tabuľke vyplýva, že v teste I – najvyšší index úspešnosti (I=92,94%) dosiahli žiaci v úlohe č. 5, kde mali k obrázkom ovocných stromov s plodmi priradiť ich názvy. Najnižšia zistená úspešnosť bola v úlohe č. 21 (I=16,47%), kde mali žiaci na obrázku drobnozrnka s označením jednotlivých jeho častí označiť tie časti, ktoré boli nesprávne pomenované a následne ich pomenovať správne. V teste I dosiahli žiaci úspešnosť I=60% a viac v 6 úlohách (č. 1, 5, 8, 10, 11, 13). V teste II - najvyšší index úspešnosti (I=86,11%) dosiahli žiaci v úlohe č. 7, kde mali vybrať z možností, aký význam majú včely pre človeka. Najnižšia zistená úspešnosť bola v úlohe č. 18 (I=18,75%), kde bolo potrebné z uvedených ochorení podčiarknuť tie, ktoré sú vyvolané vírusmi. V teste II dosiahli žiaci úspešnosť I=60% a viac v 10 úlohách (č. 1, 2, 4, 6, 7, 14, 17, 19, 20, 23). Ani jedna položka nedosiahla v teste II úspešnosť nad 90%. Nie sme spokojní s výsledkami riešenia testov žiakmi, priemerná úspešnosť nedosiahla uspokojivú hranicu I=60% a viac, čo sme považovali za primeraný a optimálny výkon žiakov. Priemerná úspešnosť testu I bola I=50,11% a testu II, I=56,85%. Predpokladáme, že tieto výsledky boli spôsobené tým, že žiaci riešili testové úlohy bez opakovania učiva a v prípade niektorých tém aj s niekoľkomesačným časovým odstupom od jeho osvojovania, čomu by mohla nasvedčovať nižšia priemerná úspešnosť v riešení testu I (test tematicky zameraný na učivo prvého polroka).

Tab. 3 Úspešnosť a obťažnosť položiek didaktického testu I a II

úloha č.	1	2	3	4	5	6	7
I(%) - test I	60,00***	27,05****	58,82***	46,47***	92,94*	27,05****	42,94***
I(%) - test II	84,72*	71,52**	37,50****	61,80**	78,47**	58,33***	86,11*
úloha č.	8	9	10	11	12	13	14
I(%) - test I	90,58*	34,94****	61,17**	65,88**	49,41***	78,82**	47,05***
I(%) - test II	52,77***	54,16***	40,97***	58,33***	48,61***	48,61***	68,75**
úloha č.	15	16	17	18	19	20	21
I(%) - test I	40,00****	42,35***	43,53***	35,88****	50,00***	35,88****	16,47****
I(%) - test II	27,77****	47,22***	61,80**	18,75****	79,16**	70,14**	50,69***
úloha č.	22	23	priemerná úspešnosť testu				
I(%) - test I	49,41***	55,88***	50,11				
I(%) - test II	37,50****	63,88**	56,85				

Legenda: tmavo sivá – najvyššie hodnoty, svetlo sivá – najnižšie hodnoty

obťažnosť položiek: veľmi obťažná*****, obťažná****, stredne obťažná***, ľahká**, veľmi ľahká*

Tab. 4 Citlivosť testových položiek (test I, II)

úloha č.	citlivosť' - test I (D_I)	citlivosť' - test II (D_{II})
1	0,81	0,39
2	0,36	0,34
3	0,52	0,37
4	0,88	0,61
5	-0,05	0,29
6	0,60	0,00
7	0,31	0,37
8	0,14	0,61
9	0,67	0,50
10	0,43	0,61
11	0,52	0,82
12	0,29	0,32
13	0,10	0,95
14	0,43	0,66
15	0,71	0,79
16	0,43	0,37
17	0,57	0,61
18	0,50	0,34
19	0,12	0,76
20	0,26	0,82
21	0,24	0,82
22	0,57	0,87
23	0,98	0,66

* Legenda: tmavo sivá – diskriminačný koeficient $D < 0$ alebo $D = 0$

Čo sa týka **obťažnosti** testových položiek, v teste I: 1 úloha veľmi obťažná, 6 úloh obťažných, 11 úloh stredne obťažných, 3 úlohy ľahké a 2 veľmi ľahké. Test II obsahoval: 1 úlohu veľmi obťažnú, 3 úlohy obťažné, 9 úloh stredne obťažných, 8 úloh ľahkých a 2 veľmi ľahké.

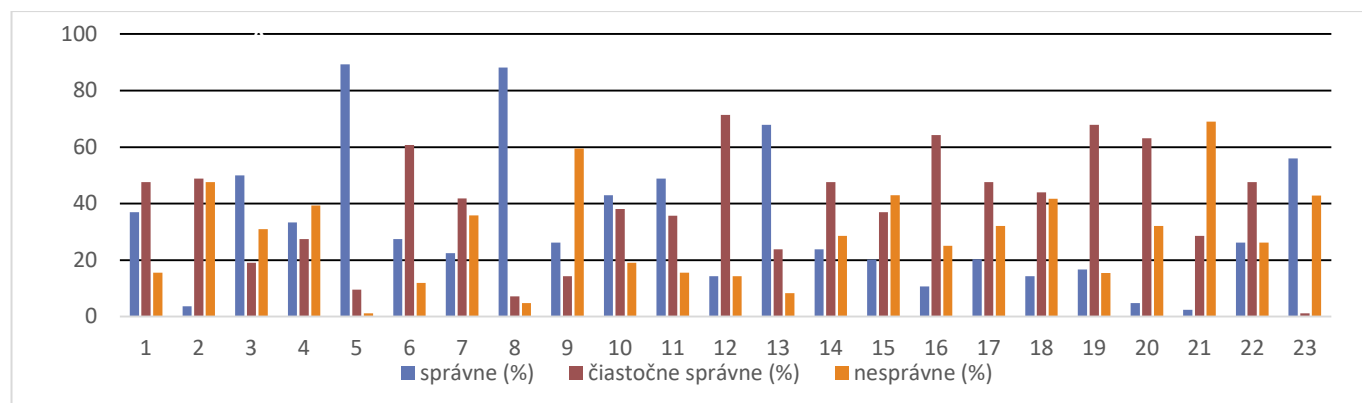
V Tab. 4 uvádzame hodnoty **diskriminačného koeficientu** (D) oboch testov (I, II) „*Biológia pre 6. ročník ZŠ*“. Z uvedeného vyplýva, že v každom z testov sa vyskytla úloha, ktorá dostatočne nerozlíšila lepších a "slabších" žiakov. V teste I to bola už spomínaná úloha č. 5, ktorá bola vyhodnotená ako veľmi ľahká a vykazovala najvyšší index úspešnosti ($I=92,94\%$) - žiaci mali k obrázkom ovocných stromov priradiť ich názvy. Túto úlohu úspešne riešili v prevažnej miere žiaci s horšími výsledkami v teste, o čom svedčí záporná hodnota diskriminačného koeficientu. V teste II to bola úloha č. 6, kde mali žiaci za úlohu vybrať z uvedených funkcií tie, ktoré prináležia stonke. V tomto prípade úlohu riešili rovnako úspešne lepší aj "slabší" žiaci, o čom svedčí hodnota diskriminačného koeficientu rovná nule.

Z výsledkov štatistickej analýzy sme zistili, v ktorých položkách mali respondenti najväčšie problémy. Pre lepší prehľad uvádzame graf 1 s frekvenciou riešenia položiek. Z grafu 1 vyplýva, že žiaci v teste I mali najväčšie problémy s úlohou číslo 21, v ktorej až 69% uviedlo nesprávnu odpoveď. Úloha, ako sme už spomínali, sa týkala stavby tela drobnozrnka, kedy najčastejšou nesprávnou odpoveďou bolo určenie chloroplastu ako vakuoly. K tejto skupine žiakov sa pridali tí, ktorí úlohu neriešili. V riešení úloh č. 5 a 8 boli žiaci vcelku úspešní. Úlohu č. 5 sme už rozoberali vyššie. V úlohe č. 8 mali žiaci k domácim zvieratám (kura domáca, hus domáca, kačica domáca) priradiť jedince samčieho pohlavia.

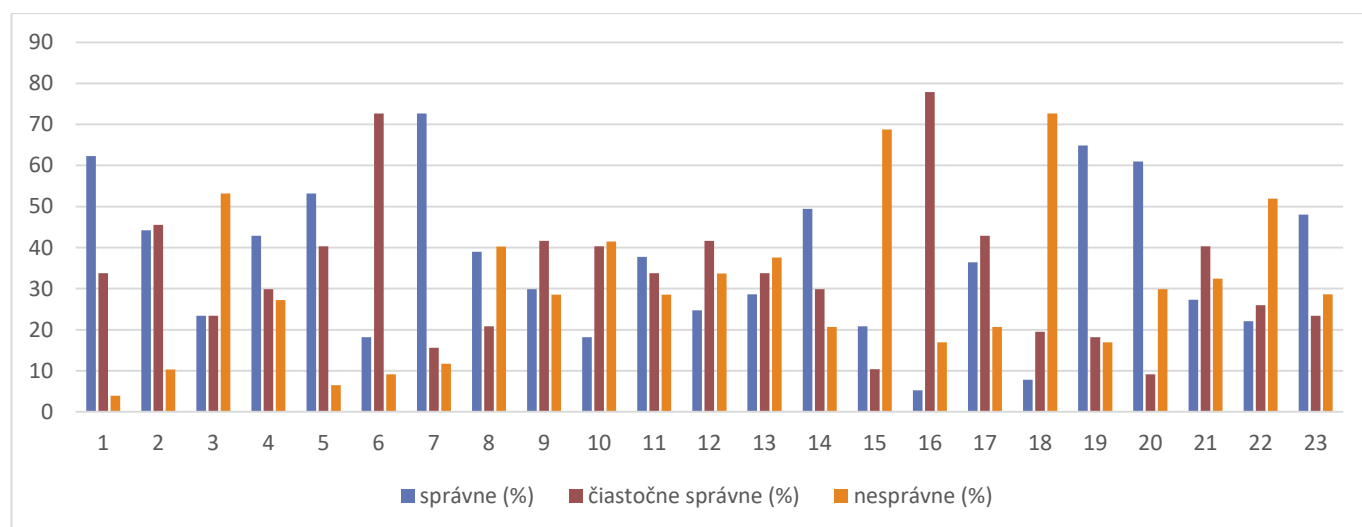
Žiaci uviedli nesprávne odpovede s hodnotou nad 30% v jedenástich testových položkách - č. 2, 3, 4, 7, 9, 15, 17, 18, 20, 21 a 23. Úloha č. 2 sa týkala využívania baktérií a plesní v potravinárstve. Tretia úloha pojednávala o význame konzumácie zeleniny. Prekvapilo nás, že iba 50% žiakov odpovedalo úplne správne, nakoľko s touto problematikou sa žiaci stretávajú denne v bežnom živo-

te. V úlohe č. 4 žiakom robilo najväčšie problémy rozoznať na obrázku kel a fazuľu. Očakávali sme, že najväčší problém bude s identifikáciou patizónu, ale mylili sme sa. Žiaci si zamieňali kel s kapustou, patizón s kalerábom a fazuľu s hrachom. Rovnako nás prekvapilo vysoké percento nesprávnych odpovedí (35,8%) v úlohe č. 7, kde mali žiaci určiť význam včiel pre človeka. Podľa nášho názoru najčastejšie sa mýlili žiaci, ktorí nevenovali dostatočnú pozornosť zadaniu úlohy (žiaci majú problém čítať s porozumením). Všetky možnosti sa týkali života včiel a boli správne, no my sme chceli vedieť, aký význam má včela *pre človeka*. V úlohe č. 9 žiaci odpovedali nesprávne v 59,5% prípadov. V úlohe mali podčiarknuť tie cicavce, ktoré chová človek pre mäso. Najčastejšou chybou bolo, že žiaci podčiarkovali aj sliepku. Približne tucet respondentov podčiarklo aj psa s malou poznámkou: "*psa chová na mäso naša tmavá menšina a bezdomovci*". V úlohe č. 15 (nesprávne odpovedalo 42,9%) žiaci podčiarkovali bunkové organely spoločné pre rastlinnú a živočíšnu bunku, v druhej časti úlohy mali tieto organely aj vyznačiť na obrázku. Žiaci najčastejšie chybné podčiarkovali chloroplast a bunkovú stenu. Veľa odpovedí (37,5%) bolo čiastočne správnych, kedy podčiarknuté organely nevyznačili na obrázku. V úlohe č. 18 sme zaznamenali až 41,7% nesprávnych odpovedí. Žiaci mali vyznačiť ochorenia, ktoré spôsobujú vírusy. Zaujímavosťou je fakt, že v podobnej úlohe (č. 17), kde mali respondenti podčiarknuť ochorenia spôsobené baktériami, boli úspešnejší. Navyiac sa mýlili neoznačením kiahní, žltacky a chrípky. Veľký problém mali žiaci s určením jednobunkovej rastliny a jednobunkového živočicha v úlohe č. 20 (32,1% nesprávnych odpovedí). Vysoké percento nesprávnych odpovedí sme zaznamenali aj v úlohe č. 23, kde mali žiaci zoradiť čísla obrázkov tak, aby vytvorili postupnosť: *bunka – tkanivo – orgán – sústava orgánov*. Predpokladali sme, že táto otázka nebude robiť žiakov veľké problémy, no mýlili sme sa. Nesprávne odpovedalo až 42,8% žiakov (na štyroch obrázkoch boli zobrazené: nervová bunka, nervové tkanivo, mozog, kôň).

Graf 1 Výskyt správne, čiastočne správne a nesprávne riešených úloh žiakmi – test I



Graf 2 Výskyt správne, čiastočne správne a nesprávne riešených úloh žiakmi – test II



Z grafu 2 môžeme vidieť, že správnych odpovedí s frekvenciou 60% a viac sa vyskytlo iba v štyroch úlohách (úloha č. 1, 7, 19 a 20). Tieto úlohy sa týkali identifikácie machov a papradí na obrázku, určenie, či má konkrétna rastlina drevnatú alebo dužinatú stonku. Žiaci majú dostatočné poznatky o stavbe tela a spôsobe života nezmaru a rovnako dobre ovládajú, v ktorých častiach ľudského tela parazituje pásomnica dlhá a mrľa ľudská. Nesprávnych odpovedí s frekvenciou nad 30% bolo deväť - položky č. 3, 8, 10, 12, 13, 15, 18, 21 a 22. V otázke č. 3 mali žiaci za úlohu k obrázku paprade správne priradiť názvy. Namiesto podzemku v pôde žiaci priradzovali pojem pakorienky a namiesto výtrusnice zasa pojem spóry. Túto úlohu nesprávne vyriešilo až 53,2% žiakov. V úlohe č. 8 mali žiaci priradiť k obrázku priečného rezu stonky správne názvy. Najčastejšie sa mýlili v cievnych zväzkoch, namiesto nich priradzovali pojem dužina, namiesto dužiny označovali lyko. Nesprávne odpovede tvorili až 40,2%. V otázke č.10 až 41,5% žiakov nesprávne chápe funkciu prieduchov v rastline. V úlohe č.12 až 33,7% žiakov nedokázalo opraviť nesprávne pomenované časti kvetu. Najväčší problém im robili pojmy – kvetné lôžko, korunné lupienky a piestik. Na úlohu č. 13 odpovedalo nesprávne až 37,8% žiakov. Žiaci mali doplniť text zameraný na procesy opelenie a oplodnenie, tvorba semien a plodov. Žiakom robilo problém určiť, čo vzniká z piestika a čo z vajíčok. Na úlohu č.15 nesprávne odpovedalo až 68,8% žiakov. Buď úlohu neriešili vôbec, alebo nedokázali na obrázku fazule rozlíšiť kľúčny list, zárodok a osemenie. Najviac nesprávnych odpovedí (až 72,7%) sme zaznamenali v otázke č.18, kde mali žiaci priradiť správne názvy k stavbe lišajníka. Úlohou žiakov v položke č. 21 bolo priradiť do obrázka životného cyklu *hlísty detskej* správne možnosti. Nesprávne dopĺňali možnosť "*neumytú zeleninu zožerie dobytok, ktorý je medzihostiteľom*". Žiaci si s najväčšou pravdepodobnosťou zamieňajú

životný cyklus hlísty detskej a pásomnice veľkej, pretože počas životného cyklu prechádza medzihostiteľom práve *pásomnica*. V úlohe č. 22 žiaci dopĺňali tabuľku, týkajúcu sa obehovej, nervovej a pohlavnej sústavy - raka, pavúka a hmyzu. Vyskytlo sa 51,9% nesprávnych odpovedí. Žiaci uvádzali, že rak, pavúk aj hmyz patria medzi obojpohlavné živočíchy.

Záver

Monitorovanie stupňa osvojenia biologických pojmov žiakmi je sprievodným javom transformačného procesu v biológii. Tieto výskumy sa od 90. rokov až dodnes spájajú s optimalizáciou biologického kurikula a vzdelávacieho štandardu (Ušáková a Nagyová, 2016). Napriek optimalizácii, tlak na osvojovanie si „hotových informácií“ sa zmiernil len minimálne. Žiaci denne prichádzajú do styku s množstvom informácií, ktoré často nedokážu triediť, čoho dôsledkom je mechanické učenie sa, neporozumenie a neschopnosť ich aplikácie do bežného života. Aj to je možná príčina prečo naučené, či skôr zapamätané učivo žiaci rýchlo zabúdajú (Turek, 1998). Pozornosť by sa mala upriamiť nielen na naučenie pojmov, ale aj na porozumenie im a aplikáciu, k čomu smerujú aj medzinárodné merania, najmä OECD PISA a TIMSS (Ušáková a Kancírová, 2015). Na základe realizovaných výskumov vzniká potreba prehodnotenia obsahu biologického vzdelávania, pričom by sme mali klásť dôraz na zmysluplnú realizáciu činnostného princípu vo vyučovaní tak, aby sme žiakov podporovali k vytvoreniu funkčného systému základných vedomostí v prepojení so skúsenosťami (Held a kol., 2011). Na potvrdenie doterajších zistení bude potrebné naďalej pokračovať vo výskume biologických miskoncepcií a didaktickej rekonštrukcii vybraných biologických pojmov.

Literatúra

- 1) HELD, Ľ., ŽOLDOŠOVÁ, K., OROLÍNOVÁ, M., JURICOVÁ, I., KOTULÁKOVÁ, K.: Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania : (IBSE v slovenskom kontexte). Bratislava : Typi Universitatis Tyrnaviensis, spoločné pracovisko Trnavskej univerzity v Trnave a VEDY, vydavateľstva Slovenskej akadémie vied, 2011. 138 s. ISBN 978-80-8082-486-0.
- 2) HNILÍČKOVÁ, J., JOSÍFKO, M., TUČEK, A. 1972. Didaktické testy a jejich statistické zpracování. Praha: SPN. 200 s. ISBN14-230-72.
- 3) KALHOUS, Z., OBST, O. a kol. 2009. Školní didaktika. Praha: Portál s.r.o. 447 s. ISBN 978-80-7367-571-4.
- 4) KUBIŠ, T. a kol. 2012. Zbierka uvoľnených úloh z testovania matematickej a čitateľskej gramotnosti pre 2. stupeň ZŠ a 1. – 4. ročník OGY. Bratislava: NÚCEM, 83 s. ISBN 978-80-970261-8-9. [online]. [cit.2016-01-26]. Dostupné na:
<http://www.nucem.sk/documents/26/testovanie_9_2013/Zbierka_uloh_2012_v58_fin.pdf>
- 5) KUCHARÍKOVÁ, M. 2016. Zisťovanie úrovne vedomostí žiakov 6. ročníka ZŠ z biológie. Diplomová práca. Školiteľ: S. Nagyová, Bratislava: Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, PriF UK, 72 s. (prílohy 41 s.)
- 6) LAVICKÝ, T. 2014. Tvorba a vyhodnotenie školského testu. Bratislava: Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave, 44 s. ISBN 978-80-656-0181-8. [online]. [cit.2016-10-20]. Dostupné na:
http://www.mpc-edu.sk/library/files/t_lavicky_tvorba_a_vyhodnotenie_skolskeho_testu.pdf
- 7) PROKŠA, M., HELD, Ľ., HALÁKOVÁ, Z., TÓTHOVÁ, A., OROLÍNOVÁ, M., URBANOVÁ, A., ŽOLDOŠOVÁ, K. 2008. Metodológia pedagogického výskumu a jeho aplikácia v didaktikách prírodných vied. Bratislava: Univerzita Komenského. 229 s. ISBN: 978-80-223-2562-2.
- 8) TUREK, I. 1998. Zvyšovanie efektívnosti vyučovania. Bratislava: MPC, 326 s. ISBN 80-88796-89-X.
- 9) TUREK, I. 2010. Didaktika. 2.vyd. Bratislava: IURA EDITION. 598 s. ISBN 978-80-8078-322-8.
- 10) ŠPÚ, 2009. Štátny vzdelávací program - Biológia (Vzdelávacia oblasť: Človek a príroda) Príloha ISCED 2. Dostupné na:
<http://www.statpedu.sk/sites/default/files/dokumenty/statny-vzdelavaci-program/biologia_isced2.pdf> (10.9.2016)
- 11) UHEREKOVÁ, M. et al. 2009. Biológia pre 6. ročník základných škôl. 1.vyd. Bratislava : EXPOL PEDAGOGIKA, s.r.o. 96 s. ISBN 978-80-8091-180-5.
- 12) UŠÁKOVÁ, K., HABÁNKOVÁ, M. 1997. Úroveň osvojenia vybraných zoologických pojmov žiakmi. Biológia, ekológia, chémia, roč. 2, č. 3, s. 5-9.
- 13) UŠÁKOVÁ, K. 2000. Vzdelávací štandard z biológie a jeho experimentálne overovanie. In: Biológia, ekológia a chémia, roč. 5, č.. ISSN 1335-8960. Dostupné na [www: http://bech.truni.sk/prilohy/archiv/1-2000.pdf](http://bech.truni.sk/prilohy/archiv/1-2000.pdf).
- 14) UŠÁKOVÁ, K., KANCÍROVÁ, D. 2015. Úroveň osvojenia biologických pojmov tematického celku „Biológia bunky a všeobecné vlastnosti živých sústav“ žiakmi gymnázia. Biológia, ekológia, chémia, roč. 19, č. 2, s. 11-20.
- 15) UŠÁKOVÁ, K., NAGYOVÁ, S. 2016. Aké vedomosti majú absolventi základnej školy z biológie? (rukopis)

Bezpečnosť a regulácia potravinárskych aditív

Ján Reguli¹
Ivona Paveleková²

^{1,2}Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity
v Trnave, Priemyselná č.4, 918 43 Trnava

¹jan.reguli@truni.sk

²ivona.pavelekova@truni.sk

Abstract

Food additives are widely used to provide food a consistently high quality over a long period of time. In Europe we know the allowed food additives as 'E-numbers'. There is quite a lot of concern about the safety of food additives. 'E-numbers' in particular seem to be a cause of anxiety for many people. In general, food additives must be subjected to a wide range of tests before they are allowed in food. Tests assess how the additive reacts in the body and also look for any toxic effects at the levels the additive is to be used in foods. This includes testing to see if there is any chance of genetic damage or cancers being caused by the long-term use of the additive. A formal safety evaluation process exists for analysing the test data on food additives, setting the ADIs (acceptable daily intakes) and publishing the results. It's carried out at a global as well as at a European level. European commission ordered re-evaluation of all E-numbers that were approved before January 20, 2009. This re-evaluation should be completed in 2020.

Keywords: food safety, food additives, regulations of food additives

Úvod

Ako prídavné látky v potravinách – potravinové aditíva – sa označujú látky, ktoré sa pridávajú do potraviny za účelom úpravy niektorých vlastností, resp. ako výsledok niektorých aspektov výroby, spracovania, balenia a skladovania.

Aditíva nie sú ničím novým, používali ich už starí Egypťania, Rimania aj Gréci. Tieto národy používali na dochutenie a skvalitnenie potravín rôzne korenia, farbivá a dokonca aj dusičnan draselný. Konzervovanie potravín dymom, soľou, masťou, cukrom alebo kyselinou octovou je dávno známe a používané stáročia. Prvotným cieľom pridávania aditív do potravín je zvyšovanie ich kvality t. j. predĺženie trvanlivosti, zlepšenie vône, chuti, farby, konzistencie, výživovej hodnoty, technologických vlastností a pod.

Legislatívne pravidlá uvádzania aditív na spotrebiteľský trh

Negatívny názor spotrebiteľov na aditíva bol vyvolaný hlavne neodbornými článkami v tlači o škodlivých účinkoch chemických prísad v potravinách po zmene označovania zloženia potravinárskych výrobkov v osemdesiatych rokoch minulého storočia. Do tejto doby sa prídavné látky uvádzali na obaloch potravín všeobecne podľa ich funkcie napríklad ako „konzervačné činidlo“, „farbivo“, „antioxidant“ a pod. V snahe uľahčiť spotrebi-

teľom orientáciu, boli uvedené do života nové pravidlá označovania aditív, pričom sa zaviedli zoznamy prídavných látok s ich chemickými názvami a nový systém označovania s kódmi E. Tak vznikli neslávne známe „Éčka“, ktoré vyjadrujú okrem iného fakt, že použitie týchto látok v potravinách je schválené v rámci Európskej únie. Éčka jednoducho predstavujú systematický spôsob identifikácie jednotlivých potravinárskych aditív.

Nové aditíva pred pridelením E-čísła musia byť schválené **Európskym úradom pre bezpečnosť potravín** (European Food Safety Authority – EFSA <http://www.efsa.europa.eu/>). Keď sa preukáže, že daná látka prešla všetkými príslušnými previerkami a že je v potravinách, do ktorých je dovolené ju pridávať, bezpečná, úrad EFSA stanoví pre jej použitie tzv. **prijateľný denný príjem** (Acceptable Daily Intake – ADI), ktorý predstavuje množstvo aditívnej látky, ktoré môže človek prijímať denne v potrave počas celého života bez zjavných zdravotných rizík a negatívneho vplyvu na svoje zdravie. Až potom aditívum dostane pridelené E-číslo, ktoré demonštruje bezpečnosť použitia prídavnej látky v potravinách.

Základným legislatívnym dokumentom v tejto oblasti je nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 o prídavných látkach v potravinách¹. Súčasťou nariadenia Komisie (EÚ) č. 1129/2011 je zoznam Únie obsahujúci prídavné látky v potravinách.² (Na území Slovenskej republiky toto nariadenie nahradilo výnos Ministerstva zdravotníctva SR a Ministerstva pôdohospodárstva SR č. 04650/2008-OL, ktorým bola vydaná 12. hlava 2. časti Potravinového kódexu SR³ upravujúca použitie prídavných látok v potravinách.)

Na základe uvedených legislatívnych dokumentov je stanovené, že potravinárske aditíva sú povolené, len ak:

- v množstve používanom v potravinách nepredstavujú žiadne zdravotné riziko,
- sa preukázala ich potreba z technologického alebo konzervačného hľadiska,
- neuvádzajú spotrebiteľa do omylu,
- predstavuje pre spotrebiteľa prínos a výhody,
- je zachovaná výživová hodnota potraviny.

Používanie prídavných látok v potravinách je prísne sledované a regulované, pričom legislatívne dokumenty ustanovujú, že všetky potravinárske aditíva musia byť prehodnotené kedykoľvek je to potrebné z hľadiska zmenených technologických podmienok a nových vedeckých poznatkov. Existuje preto formálny postup pre analýzu údajov o potravinárskych aditívach, určovanie ADI a publikovanie výsledkov. Toto hodnotenie bezpečnosti sa robí na viacerých úrovniach⁴:

- Spojený výbor expertov pre potravinárske aditíva (Joint Expert Committee on Food Additives – JECFA) je vedeckým poradným výborom pre spoločný orgán FAO (Food and Agriculture Organisation – Organizácia pre výživu a poľnohospodárstvo) a WHO (World Health Organisation – Svetová zdravotnícka organizácia) – komisiu Codex Alimentarius. Táto komisia je medzinárodne zodpovedná za preverovanie bezpečnosti potravín. Členovia JECFA sa vyberajú na základe ich vedeckej reputácie. Robia pravidelné hodnotenia bezpečnosti používaných aditív a stanovujú hodnoty ADI pre každé aditívum. Na základe hodnotení výboru JECFA spracovala komisia Codex Alimentarius všeobecnú normu na potravinárske prídavné látky GSFA (General Standard for Food Additives), ktorá platí pre celosvetový obchod. V rámci tejto normy sú prídavné látky rozdelené do 23 hlavných funkčných tried s medzinárodným číselným systémom INS (International Numbering System), ktorý sa podobá systému E-čísiel zavedených v EÚ.
- Orgánom, zodpovedným za hodnotenie bezpečnosti potravín v rámci EÚ je vyššie spomínaný Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA), ustanovený v roku 2002. Pozostáva z nezávislých odborníkov z príslušných odborov, najmä z oblasti toxikológie.

Monografie a hodnotiace správy výboru **JECFA** sa dajú nájsť na portáli Medzinárodného programu pre chemickú bezpečnosť (**IPCS** International Programme on Chemical Safety) www.inchem.org⁵.

Úrad EFSA vydal pokyny stanovujúce, aké testy sa musia vykonať na demonštráciu bezpečnosti potravinárskych aditív. Pokyny vyžadujú široký rozsah testov na preverenie všetkých možných rizík, hroziacich spotrebiteľovi. Ide predovšetkým o:

- metabolické/farmakologické štúdie – na pochopenie, ako telo absorbuje, distribuuje, metabolizuje a eliminuje príslušnú látku,
- genetickú toxicitu – potenciál na poškodzovanie génov alebo chromozómov,
- reprodukčné a teratogenetické štúdie – celoživotné štúdie, vrátane potenciálu pre poruchy plodnosti a pri narodení,
- chronické a karcinogénne štúdie – potenciál vyvolať rakovinu.

Hodnotenie bezpečnosti aditív

Pri hodnotení rizika toxikológovia uplatňujú princíp, ktorý prvýkrát sformuloval v 16. storočí lekár Paracelsus: „*Všetky látky sú jedy, nič nie je bez jedu, len dávka určuje, či bude účinok škodlivý*“. Inými slovami, vždy existuje hraničná úroveň, nad ktorou je konzumácia nebezpečná a pod ktorou je bezpečná.

Hodnotenie bezpečnosti aditív je založené na získaní a posúdení dostupných toxikologických údajov a výsledkov. Účelom toxikologického testovania je identifikácia škodlivých účinkov, spôsobených aditívom. Na základe dlhodobých kŕmnych pokusov, pri ktorých sa pokusným zvieratám podáva aditívna látka v rôznych dávkach po celý život a niekoľko generácií, sa stanoví „*hladina bez pozorovateľného účinku*“ (*no observable adverse effect level* – NOAEL) t. j. maximálne množstvo aditívnej látky, ktoré nemá preukázateľný toxický účinok. Táto hladina sa považuje za bezpečnú, pretože sa pri nej nezistil žiaden účinok na zvieratách. Toxikológ ešte vezme túto hodnotu a vydolí ju bezpečnostným faktorom, ktorý sa zvyčajne rovná 100. Bezpečnostný faktor môže byť aj vyšší napr. v prípade, že testovaná látka sa v organizme kumuluje. Takto sa získa hodnota ADI – prijateľný denný príjem, ktorý je definovaný ako množstvo aditíva, ktoré môže človek bezpečne denne spotrebovať počas celého života bez zdravotného rizika. Vyjadruje sa v mg aditíva na 1 kg telesnej hmotnosti.

Pri určovaní **najvyššieho prípustného množstva** prídavnej látky v konkrétnych potravinách sa berú do úvahy mnohé faktory. Okrem biologického účinku prídavnej látky v živom organizme a jej toxikologického pôsobenia, sa zohľadňuje aj opodstatnenosť použitia a technologický význam prídavnej látky v konkrétnych potravinách, úroveň analytickej kontroly, etika, tradície, životné prostredie a ďalšie skutočnosti. *Najvyššie prípustné množstvo (maximálny limit) prídavnej látky v potravine je povolená hladina použitia aditíva v určenej potravine. Zvyčajne sa udáva v mg látky na kg potraviny a je niekoľkonásobne nižšia ako je ADI pre danú látku.*

Legislatívne orgány EÚ požadujú používanie pokiaľ možno čo najnižšieho množstva prídavných látok v potravinách v súlade s technologickými potrebami a s ohľadom na spotrebiteľa. Pri posudzovaní rizika sa berie do úvahy aj skutočnosť, že tá istá prídavná látka, a teda aj jej reziduá, sa môže nachádzať vo viacerých potravinách súčasne a tiež, že v strave sa môžu vyskytovať látky s rovnakým pôsobením na organizmus. Legislatíva EÚ preto požaduje, aby sa monitorovala spotreba aditívnych látok aj v závislosti od prípadných zmien v spotrebiteľských zvyklostiach. Porovnávajú sa hodnoty ADI príslušnej látky s priemernou a s extrémnou spotrebou stanovenou pre celú populáciu alebo určitú sku-

pinu obyvateľstva. V prípade, že hodnota ADI je pravidelne prekračovaná, zníži sa obsah aditíva v potravinách, alebo sa obmedzí rozsah potravín, v ktorých je použitie danej látky povolené.

Náklady na testovanie bezpečnosti musí znášať výrobca prídavnej látky, ktorý si na to musí najat' nezávislú skúšobňu. Náklady na testovanie môžu rásť až do mnoho miliónov eur. Európsky úrad pre bezpečnosť potravín je však pri schvaľovaní neoblomný a často žiada aj ďalšie údaje. Nevyhnutné je zabezpečiť, aby mal predávaný výrobok rovnaké zloženie a čistotu, ako mal výrobok, ktorý bol testovaný.

Z toho, čo sme uviedli vyplýva, že postup pre konečné schválenie aditíva, vrátane súhlasu pre potraviny, v ktorých bude dané aditívum možné použiť a maximálnych limitov použitia v každej z týchto potravín, je veľmi zložitý. Zapojené sú doňho tri základné inštitúcie: Európska komisia, Európsky parlament a Rada ministrov. Schvaľovací proces je veľmi dlhý a náročný, môže trvať aj 10 rokov (5 rokov testovanie bezpečnosti, 2 roky hodnotenie EFCA a ešte aspoň tri ďalšie roky na získanie súhlasu EÚ). Napriek týmto skutočnostiam medzi bežnými spotrebiteľmi pretrváva názor, že „É-čka“ sú nebezpečnou súčasťou potravín. Preto je potrebné neustále o aditívach v potravinách verejnosť objektívne informovať.

Prehodnotenie všetkých aditív v EÚ

Pravdepodobne zlý imidž „Éčiek“ viedol Európsku komisiu k tomu, že požiadala Európsky úrad pre bezpečnosť potravín EFSA, aby systematicky prehodnotil všetky aditíva, ktoré boli schválené pred 20. januárom 2009. Komisia následne rozhodne, či je potrebné uskutočniť revíziu súčasných podmienok pre používanie každej prídavnej látky, napríklad zmenu hodnoty ADI pre príslušnú látku, prípadne aj úplne úplné vylúčenie aditíva zo zoznamu povolených látok.

EFSA vypracoval program prehodnocovania schválených potravinárskych aditív (napr. čas od posledného hodnotenia, dostupnosť nových dát, rozsah použitia), aby sa dodržali priority hodnotenia. S prihliadnutím na efektívnosť a praktické účely sa posudzovanie vykonáva podľa funkčných skupín (napr. konzervačné látky, antioxidanty). EFSA preskúmava pôvodné stanovisko a dokumentáciu, dodatočné údaje predložené Komisiou a členskými štátmi a všetku ďalšiu relevantnú literatúru, ktorá vyšla od posledného hodnotenia. Uskutočňujú sa „verejné výzvy“ s cieľom získať informácie, ktoré pomôžu EFSA dostať sa ku všetkým relevantným údajom pre posudzovanie.



Ilustračný obrázok je stiahnutý z portálu <http://www.faiia.org.uk/>

Potravinárske farbivá boli medzi prvými látkami, ktoré boli povolené, preto boli prvé, ktoré sa prehodnocovali. Po nich nasledovali konzervačné látky a antioxidanty, neskôr prišli na rad emulgátory, stabilizátory a želatinujúce látky (majú sa prehodnotiť do konca roka 2016). Všetky ostatné potravinárske aditíva sa prehodnotia do konca roka 2020⁶.

Záver

Na záver ešte pripomíname učiteľom chémie, že ďalšie informácie o aditívach v potravinách môžu nájsť v elektronickej knižnici Pedagogickej fakulty Trnavskej univerzity – v príslušnej kapitole *Spotrebiteľskej chémie*⁷, v prezentácii (spolu so súborom úloh pre žiakov) na portáli Virtuálneho centra zdravej výživy PdF TU (<http://vczv.truni.sk/>)⁸, na portáli britskej Asociácie výrobcov potravinových aditív⁹ alebo vo vzdelávacom materiáli britského Centra pre spoluprácu priemyslu a vzdelávania <http://www.ciec.org.uk/>, ktorý tiež obsahuje súbor úloh pre žiakov¹⁰.

Literatúra

1. http://www.potravinari.sk/files/1333-2008_Pridavne_latky.pdf. [cit. 9.6.2016]
2. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:295:0001:0177:sk:PDF> [cit. 9.6.2016]
3. Potravinový kódex Slovenskej republiky http://www.svssr.sk/legislativa/legislativa_kodex.asp. [cit. 9.6.2016]
4. <http://understandingfoodadditives.org.uk/pages/Ch3p1.htm>. [cit. 9.6.2016]
5. <http://www.inchem.org/> <http://www.inchem.org/pages/jecfa.html>. [cit. 9.6.2016]
6. Potravinové aditíva a ich prehodnocovanie v EÚ. *Food Today* 04/2014. http://www.eufic.org/article/sk/1/8/artid/Potravinove_aditiva_a_ich_prehodnocovanie_v_EU/. [cit. 9.6.2016]
7. REGULI, J., PAVELEKOVÁ, I.: *Spotrebiteľská chémia*. Trnava: PdF TU, 2015, 172 s. ISBN 978-80-8082-782-3. Dostupné na: <http://pdf.truni.sk/download?e-skripta/reguli-pavelekova-spotrebitelaska-chemia-2015.pdf>. [cit. 9.6.2016]
8. MARTINKOVIČOVÁ, M., REGULI, J. *Aditíva v potravinách: Nevyhnutnosť alebo hrozba?* <http://pdf.truni.sk/e-skripta/vczv1/Aditiva%20v%20potravinach/Aditiva%20v%20potravina.ch.ppt>. [cit. 9.6.2016]
9. Food additives and ingredients association <http://www.faiia.org.uk/>. [cit. 9.6.2016]
10. <http://understandingfoodadditives.org.uk/>. [cit. 9.6.2016]

Experimentovanie s polymérmi

Jana Braniša¹
Zita Jenisová²
Zuzana Pucherová³

^{1,2}Katedra chémie

³Katedra ekológie a environmentalistiky

Fakulta prírodných vied

Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

Trieda Andreja Hlinku 1, 949 74 Nitra

¹jbraniša@ukf.sk

²zjenisova@ukf.sk

³zpucherova@ukf.sk

Abstract

Polymeric materials are considered as modern materials of present and future. Experts are constantly looking for new optimized processes for their degradation, recycling and distribution, so that they would not represent a serious ecological issue. The paper aims to support the experimental activity of students by using commercially available products. We present three school experiments that point to potential processes of biopolymer production, hydrogel degradation and disintegration of packaging fillings.

Keywords: polymeric materials, experimental activity, school experiments, chemistry education

Úvod

Vyučovanie prírodovedných predmetov má svoje špecifiká. Na základných a stredných školách medzi základné vyučovacie formy patria aj laboratórne cvičenia. Ich opodstatnenosť vyplýva už z podstaty týchto predmetov ako aj z ich experimentálneho základu. Laboratórne práce zohrávajú výraznú a kľúčovú úlohu v prírodovednom kurikule a viacerí pedagógovia zastávajú názor, že správne koncipované experimentálne činnosti majú potenciál zvýšiť u študentov konštruktívne učenie, koncepcné chápanie a rozvíjať prírodovednú gramotnosť žiaka.

Jedným z dôvodov nezaujmu študentov o štúdium prírodovedných predmetov (najmä fyziky a chémie), ktorý sa prejavuje už niekoľko desiatok rokov, môže byť aj nedostatok praktických činností v prírodovednom vzdelávaní. Chémia sa stáva z pohľadu študentov „veľmi abstraktnou a teoretickou“. Deficit laboratórnych prác vo vyučovaní chémie môže byť spôsobený rôznymi faktormi, najčastejšie sa uvádza materiálne a technické vybavenie škôl.

Plasty áno, či nie?

Aj napriek tomu, že využitie plastov v rôznych priemyselných odvetviach je prínosom z hľadiska energetického (ich výroba je energeticky menej náročná, čím sa šetrí energetické zdroje), ekologického (znižuje sa

množstvo exhalátov) a ekonomického (šetrí sa surovinné zdroje), nemožno zabúdať na fakt, že aj polymérne materiály sa stávajú významným odpadom.

Mnohé z nich pri degradačných procesoch uvoľňujú nízkomolekulové zlúčeniny, ktoré môžu byť škodlivé zdraviu alebo ohrozovať životné prostredie.

Súčasný vývoj smeruje k výrobe stabilných plastov, ktoré nestrácajú stabilitu ani po opotrebení alebo ukončení životnosti výrobku, kedy sa stávajú odpadom. Odpad sa umiestňuje na skládkach, zaberá obrovský objem, čím sa stáva nebezpečným. Preto vývoj nových polymérnych materiálov a výrobkov sa od deväťdesiatych rokov neodmysliteľne spája s návrhom ich likvidácie alebo recyklácie. Dúfajme, že vývoj v oblasti likvidácie a recyklácie bude rovnako úspešný ako vývoj nových polymérnych konštrukčných materiálov. Výber optimálneho postupu recyklácie plastových odpadov závisí od viacerých faktorov. Okrem materiálových charakteristík (chemické zloženie, stupeň znečistenia, obsah anorganických prísad, stupeň degradácie) a ekonomických ukazovateľov (náklady na odvoz, identifikáciu, čistenie, triedenie) je potrebné dôkladne zvážiť možnosti ich ďalšieho uplatnenia v praxi a taktiež dopad na životné prostredie (Liptáková a kol., 2012).

V učebniciach (i v najnovšie publikovaných) stále absentujú pokusy z chémie bežného života zamerané na polyméry, biopolyméry a plasty. Táto skutočnosť nás viedla k spracovaniu súboru nenáročných školských chemických pokusov. V príspevku uvádzame také postupy, ktoré sú finančne a časovo nenáročné a nevyžadujú si nákladné laboratórne zariadenie. Predstavujeme 3 pokusy, ktorých spoločným znakom je degradácia polymérov.

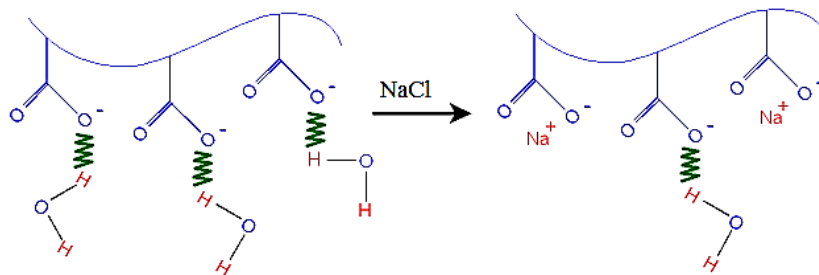
Tieto jednoduché experimenty obohacujú databázu pokusov, ktoré nie sú finančne náročné a dajú sa realizovať s bežne dostupnými výrobkami, ako sú gél na vlasy, baliace výplne či mlieko.

Pokus 1: AKO ZNIČIŤ HYDROGÉL

Hydrogél je spoločný názov pre skupinu netoxických absorpčných polymérov, ktoré sú schopné vstrebávať veľké množstvo tekutín bez toho aby sa v nich rozpustili. Táto schopnosť absorbovať vodu, je predovšetkým vďaka prítomnosti hydrofilných (vodu milujúcich) funkčných skupín nachádzajúcich sa na „chrbtici“ polymérneho reťazca (Gibas and Janik, 2010; Jenisová a kol., 2013). Tieto skupiny predstavujú tiež aktívne miesta, kde polymérny reťazec reaguje na vonkajšie podnety, ako zmena pH, teploty alebo koncentrácie solí v géle.

Na obr. 1 vľavo môžeme vidieť časť polymérneho reťazca hydrogél v nasiaknutej forme, v ktorom sú pozdĺž celého reťazca vodíkovými väzbami naviazané molekuly vody. Polymérny reťazec je v rovnovážnom stave s naviazanou vodou. V takejto forme sa bežne stretávame pri géloch na vlasy alebo hydrogélových náplastiach (Ahmed, 2015).

Obr. 1 Po pridaní chloridu sodného k hydrogél dochádza k porušeniu vodíkových väzieb a uvoľňovaniu molekúl vody z polymérneho reťazca (Zdroj: <http://www.gcsescience.com/o71.htm>)



Ak do gélu na vlasy pridáme malé množstvo kuchynskej soli, nastane porušenie rovnováhy a voda, ktorá bola naviazaná na zosieťovaný polymér sa začne z hydrogél následne uvoľňovať. V dôsledku straty vody sa gél zmršťuje, hovoríme, že je v „kolapsovej forme“. Ak do hydrogélu primiešame cukor, nenastanú žiadne zmeny, pretože molekuly sacharózy neatakujú polymérny reťazec, v molekule sacharózy sú len kovalentné väzby. Schopnosť zmeny tvaru superabsorpčných polymérov vplyvom rôznych faktorov sa využíva nielen v poľnohospodárstve, ale implementuje sa v čoraz väčšej miere vo farmaceutickom priemysle.

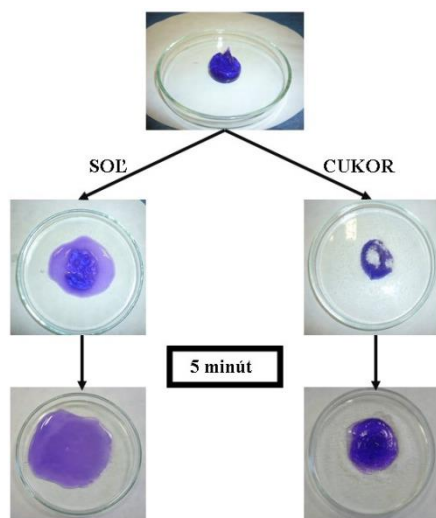
Materiál a pomôcky: kadičky, lyžička, gél na vlasy (super-absorpčný polymér), soľ, cukor

Ako zrealizovať pokus:

1. Do každej z kadičiek dajte veľkú lyžicu gélu.
2. Do jednej prisypte soľ, do druhej rovnaké množstvo cukru a dôkladne premiešajte.
3. Pozorujte (Obr. 2).

Poznámka pre učiteľov: Na experiment je vhodnejšie použiť čo najlacnejší gél na vlasy. Tieto gély obsahujú menej aditívnych látok, ktoré by ovplyvňovali výsledky tohto pokusu. Študenti môžu ku gélu na vlasy pridávať i alternatívne prísady, nielen cukor a soľ ako je uvedené v pracovnom postupe.

Obr. 2 Ukážka priebehu pokusu s vlasovým gélom



Návrh aktivačných zadaní pre žiaka k realizovanému pokusu:

Na základe zmien, ktoré pozorujete, vyhodnoťte vlastnosti hydrogél v jednotlivých kadičkách a odpovedajte na nasledovné otázky:

1. Prečo si myslíte, že gél na vlasy obsahuje hydrogél?
2. Čo sa stalo s objemom hydrogél, po pridaní soli?
3. Čo sa stane s vašimi nagelovanými vlasmi, keď budete plávať v slanej vode?

Pokus 2: BALIACE VÝPLNE

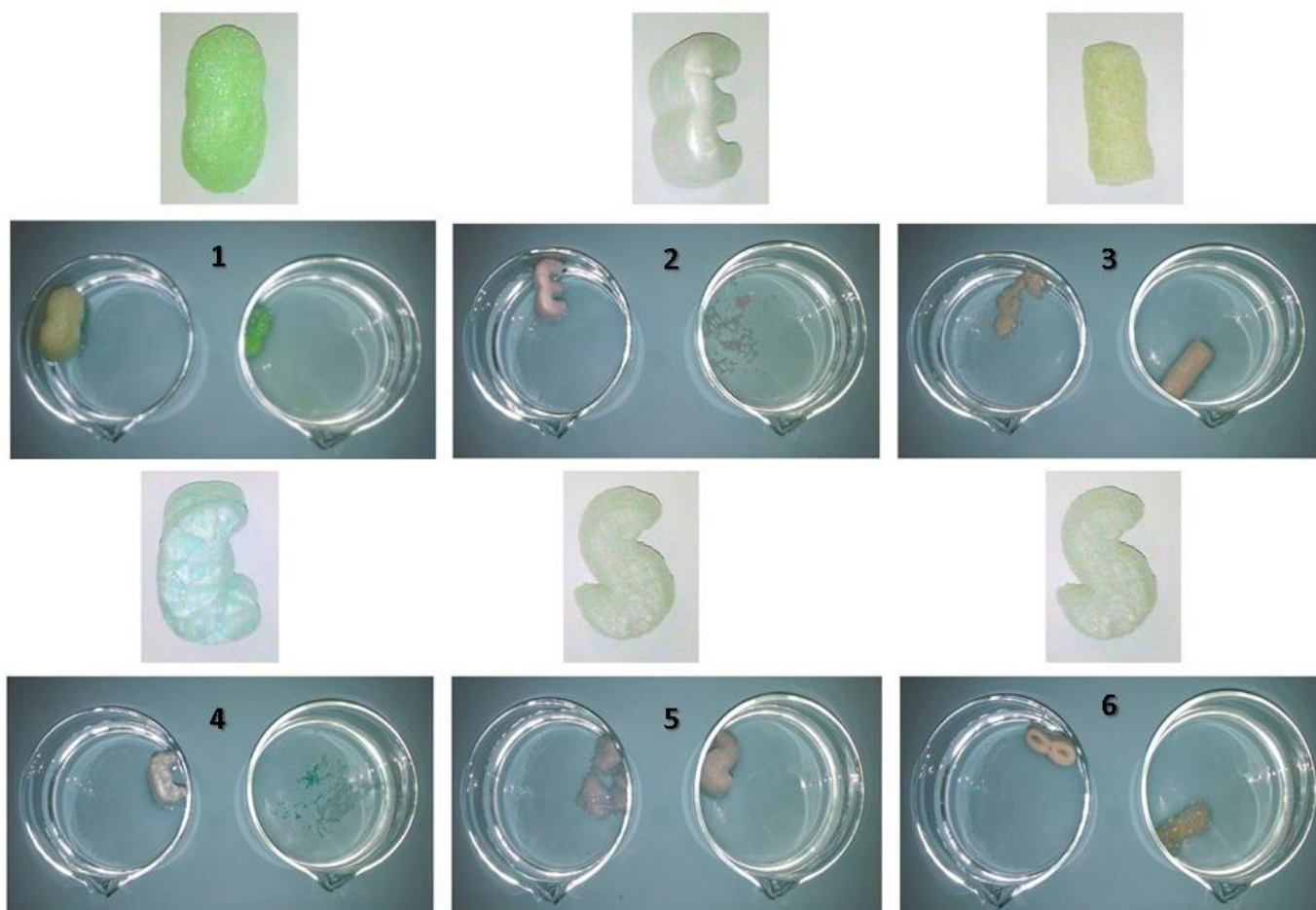
Na vyplnenie prázdneho priestoru v krabiciach, alebo tiež aby sa zabránilo poškodeniu krehkých predmetov počas prepravy, sa používajú takmer polstoročie malé polystyrénové kúsky v tvare S. Niekedy ich voláme „voľne sypaná výplň“, či „baliace arašidy“. Polystyrénové arašidy sú vyrábané z polystyrénu, ktorý sa napeňuje pomocou vodnej pary a nadúvadiel. Likvidácia tohto objemného materiálu však v minulosti predstavovala veľký ekologický problém, a preto výrobcovia hľadali materiál, ktorý by plnil rovnakú funkciu a bol ekologickou alternatívou tradičným polystyrénovým výplňam. Dnes baliace výplne môžu byť vyrobené tak zo syntetických ako aj z prírodných materiálov. Teda ako alternatíva je už veľká časť obalových výplní vyrobená z biologicky rozložiteľného kukuričného škrobu. Použité obalové výplne, ktoré sú vyrobené z kukuričného škrobu možno biologicky rozložiť vo vode, kým polystyrénové výplne sa degradujú len v acetóne. Tento pokus je zameraný na degradáciu rôznych typov baliacich výplní. Je založený na skúmaní akým spôsobom a s použitím akých rozpúšťadiel sa dajú degradovať rôzne typy baliacich výplní (polystyrénová a eko-penová výplň).

Materiál a pomôcky: kadičky, sklenená tyčinka, ochranné okuliare, acetón (odlakovač), voda, varič, penové oriešky

Ako zrealizovať pokus:

1. Prichystajte si penové oriešky rôzneho druhu, z každého po dva kusy.
2. Nasadte si ochranné okuliare.
3. Do šiestich kadičiek nalejte približne 50 ml vody, do ďalších šiestich po 20 ml acetónu.
4. Vložte polystyrénový oriešok „A“ do kadičky s vodou, zamiešajte.
5. Do tabuľky zapíšte výsledky pozorovania – zaznamenajte, či sa oriešok rozpúšťa, alebo nie.
6. Postup zopakujte s novým orieškom „A“, ktorý vhodíte do kadičky s acetónom.
7. Tento istý postup zopakujte i s rôznymi penovými orieškami, ktoré máte k dispozícii (Obr.3)

Obr. 3 Správanie sa vybraných šiestich „orieškov“ vo vode a v acetóne (ľavá kadička obsahuje vodu a pravá acetón)



Návrh aktivačných zadaní pre žiaka k realizovanému pokusu:

1. Ktorý z penových orieškov bol prírodným a ktorý syntetickým polymérom?
2. Zaradíte do tabuľky (Tab.1).

Tab. 1 Výsledky pozorovania

Vzorka	Rozkladá sa			
	vo vode		v acetóne	
	Áno	Nie	Áno	Nie
Penový oriešok 1				
Penový oriešok 2				
Penový oriešok 3				
Penový oriešok 4				
Penový oriešok 5				
Penový oriešok 6				

3. Prečo by ste nemohli prenášať benzín v polystyrénových nádobách?
4. Zdôvodnite, prečo sa všetky polystyrénové šálky, tanieri, nádoby nenahradia výrobkami z kukuričného škrobu, ktorý sa dnes používa pri výrobe baliacich výplní a je ekologicky rozložiteľný?

Poznámka pre učiteľov: Farba baliacich výplní pomáha rozlíšiť, z akého materiálu sú vyrobené a na aké účely sa používajú. Najbežnejšie biele oriešky sú vyrobené z expandovaného polystyrénu (EPS) a sú degradovateľné len v acetóne. Najšetrnejšie k životnému prostrediu sú zelené a svetložlté penové oriešky, rozpustné vo vode. Ružová farba orieškov (antistatické oriešky) indikuje, že baliaci materiál bol chemicky ošetrovaný tak, aby redukoval vytváranie statickej elektriny.

Pokus 3: OD MLIEKA K PLASTU

Syntetické plasty – v stredoeurópskych krajinách pôvodne nazývané *umelé hmoty* (z nemeckého názvu *Kunststoffe*) – jednoznačne predstavujú materiály 20. storočia. Hlavnou surovinou pre výrobu plastov je *ropa* (Reguli a Pavleková, 2015). Plastové odpady sú veľkou hrozbou pre životné prostredie, napriek tomu, že v posledných rokoch sa čoraz viac ľudí zapája do recyklácie plastov. Preto sa hľadajú nové alternatívne technologické postupy, ktoré by nahradili klasické plasty prírodnými biologicky rozložiteľnými.

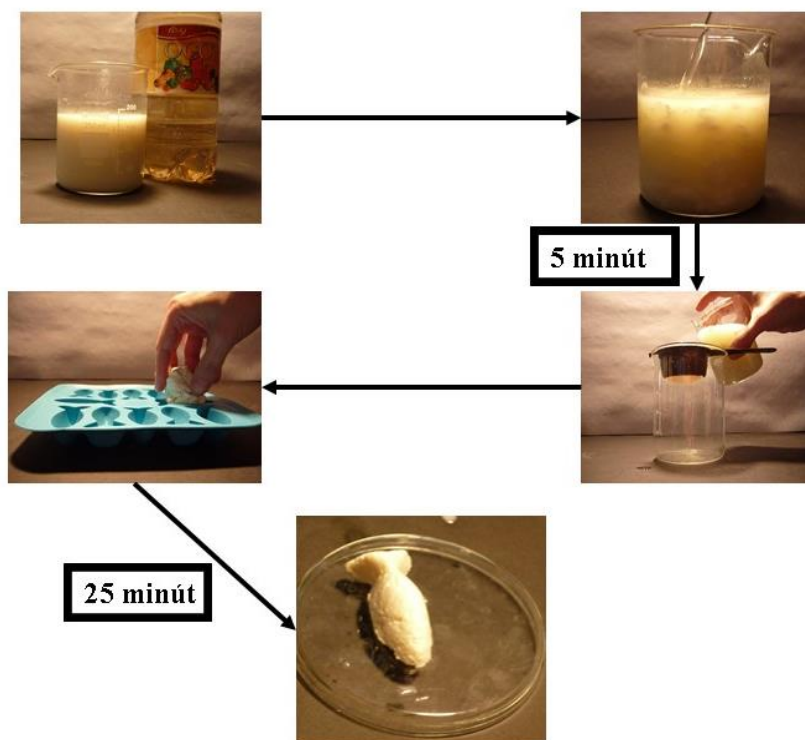
Kravske mlieko obsahuje asi 3,3 % proteínov, najmä kazeínu a mliečnych albumínov. Proteín kazeín patrí medzi fosfoproteíny, pretože na jeho aminokyseliny obsahujúce hydroxylové skupiny je naviazaná kyselina fosforečná. V čerstvom mlieku záporné fosfátové skupiny kazeínu viažu vápenaté ióny Ca^{2+} . Po pridaní roztoku kyseliny octovej sa zmení hodnota pH na izoelektrický bod kazeínu (pH = 4,6) a vyzráža sa biela zrazenina voľného kazeínu. Kazeín v tejto forme môže byť použitý napr. na výrobu plastových tlačidiel. V tomto experimente budeme z mlieka pripravovať biopolymér, vytvárať si vlastný plast, z ktorého môžeme vyhotoviť aj výrobok.

Materiál a pomôcky: 100 ml mlieka, 20 ml octu, sklená tyčinka, 2 väčšie kadičky, odmerný valec, Bunsenov kahan, gáza /sitko/, gumička, formičky

Ako zrealizovať pokus: (Obr.4)

1. Do kadičky nalejte 100 ml mlieka a zahrievajte približne na teplotu 37 °C. Vypnite zdroj tepla a prilejte 20 ml octu do mlieka.
2. Zmes miešajte do vytvorenia zrazeniny.
3. Obsah kadičky prelejte cez sitko, aby ste odfiltrovali pevnú fázu od kvapaliny.
4. Jemne vytlačte prebytočnú kvapalinu.
5. Biopolymér vložte do formičiek a nechajte pár dní vyschnúť.

Obr. 4 Ukážka priebehu prípravy bioplastu z mlieka



Návrh aktivačných zadaní pre žiaka:

1. Porovnajte fyzikálne vlastnosti (farbu, skupenstvo, vôňu) mlieka a kazeínu.
2. Uvedte aspoň tri dôvody, prečo by mal kazeín z mlieka nahradiť výrobky z ropy?
3. Čo si myslíte, na výrobu bioplastov sa spotrebuje viac alebo menej energie ako na výrobu klasických plastov?
4. Navrhňte spôsob ako je možné biologicky odbúrať získaný produkt!

Poznámka pre učiteľov: Experiment možno modifikovať s rôznymi druhmi mlieka (napr. kozím, ovčím) a kyselin (citrónovou šťavou, pomarančovým džúsom).

Záver

K vytvoreniu uvedených návodov nás viedli požiadavky vyučujúcich chémie z praxe i študentov učiteľstva komplexne spracovať návody pokusov z problematiky polymérov. Prezentované experimenty umožňujú učiteľom rozvíjať kognitívne myslenie a zručnosti žiakov začlenením experimentálnej činnosti do vyučovacieho procesu. Pokusy je možné zaradiť vo forme laboratórnych cvičení pre žiakov 9. ročníka do tematického celku: Organické látky v bežnom živote. V príspevku sme priblížili len vybranú časť pokusov, ktoré predstavujú svet polymérov, konkrétne ich degradáciu. Táto oblasť, tak prírodných ako aj syntetických makromolekulových látok je však veľmi bohatá a rozmanitá. Polymérny materiál je často využívaný nielen vďaka svojim fyzikálnym a chemickým vlastnostiam, ale aj finančnej dostupnosti. Veríme, že uvedené pokusy vzhľadom na jednoduchosť realizácie si nájdu svoje miesto v pedagogickej praxi.

Literatúra

- AHMED, E.M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. In: *Journal of Advanced Research*. Vol. 6, Iss. 2, 2015, pp. 105–121.
- GIBAS I.; JANIK H. Synthetic Polymer Hydrogels for Biomedical Applications. In: *Chemistry and Chemical Technology*. Vol. 4, No. 4, 2010, pp. 551–568.
- JENISOVÁ, Z.; BRANIŠA, J.; PUCHEROVÁ, Z. Polyméry naše každodenné. In: *Biológia, ekológia, chémia*. ročník 17, číslo. 3, 2013, s. 21–24.
- LIPTÁKOVÁ, T.; ALEX, P.; GONDÁR, E.; KHUNOVÁ, V. *Polymérne konštrukčné materiály*. Žilina : Žilinská univerzita, 2012. ISBN 978-80-554-0505-6.
- REGULI, J., PAVELEKOVÁ, I. *Spotrebiteľská chémia*. Trnava : Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity, 2015. ISBN 978-80-8082-861-5. Dostupné na <http://pdf.truni.sk/veda-vyskum?e-kniznica#online>.

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

Alžbeta Hornáčková

Katedra biológie, Pedagogická fakulta,
Trnavská Univerzita v Trnave
alzbeta.hornackova@truni.sk

Abstract

The paper reports a review of biology textbook for 8th grade of primary school and the third year of an eight-year high school.

Keywords: textbook, biology, geology, review

Učebnicu biológie pre 8. ročník základných škôl a 3. ročník gymnázia s osemročným štúdiom (Geológia a Ekológia) autoriek M. Uhreková a M. Bizubová vydalo roku 2011 Slovenské pedagogické nakladateľstvo a schválilo Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky v októbri 2011, ako platnú učebnicu pre 8. ročník základných škôl a 3. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. Schvaľovacia doložka má platnosť 5 rokov. Učebnica sa mi dostala do rúk v roku 2015, keď sme pripravovali metodickú príručku *Zbierka úloh z biológie pre žiakov nižšieho sekundárneho vzdelávania*.

Učebnica pozostáva zo 7 kapitol a z časti Prílohy. Jednotlivé kapitoly sú zostavené z rôznych geologických vied a majú rôzne proporcionálne zastúpenie. Názvy jednotlivých kapitol sú: Neživá príroda a jej poznávanie, Zem a jej stavba, Minerály a horniny – stavebné jednotky Zeme, Geologické procesy, História Zeme, Príroda Slovenska a Ekologické podmienky života. V úvode učebnice autorky konštatujú, že učebnica poskytuje komplexné poznatky o význame a prepojení živých a neživých zložiek prírody a didaktickým spracovaním umožňuje rozvíjanie kľúčových kompetencií stanovených v Štátnom vzdelávacom programe pre 2. stupeň základnej školy v Slovenskej republike.

Autorky vytvorili modernú učebnicu, určenú pre všeobecno-vzdelávacie školy, ktorá okrem základného učiva obsahuje rozširujúce učivo a je doplnená motivačnými otázkami, zaujímavosťami, názornými ilustráciami, tvorivými úlohami na podporu kľúčových kompetencií a tiež otázkami na overenie osvojenia si základných poznatkov. Graficky je učebnica rozčlenená účelne a zaujímavo a tak je pútava. Na rozdiel od predchádzajúcej učebnice pre tento ročník základných škôl sa táto učebnica skladá z vybraného učiva z geologických vied a učiva z ekológie. Z hľadiska odbornosti má aj viaceré nedostatky.

Kapitola „**Neživá príroda**“ je úvodná kapitola a zaberá 2 strany učebnice. Definujú sa tu niektoré zložky živej a neživej prírody, rudné a nerudné suroviny, geológia

ako veda a v závere kapitoly autorky uvádzajú na čo sa v dnešnej dobe využívajú poznatky z geológie. Už v úvode kapitoly sa vyskytuje veta: „Organizmy v podstatnej miere závisia od neživej prírody“ predpokladám, že tým sa snažia autorky upozorniť na dôležitosť anorganickej prírody. Osobne si myslím, že príroda na našej planéte je jeden celok a žiaci aj učitelia by ju mali tak chápať. Rozčleňovanie prírody na živú a neživú prírodu nemá opodstatnenie, hlavne keď vieme, že jej krehkejšia časť je živá príroda a človek sa aj s ostatným živým tvorstvom prispôbil typu anorganickej prírody, ktorú obýva.

Druhá kapitola je „**Zem a jej stavba**“. Učivo tejto kapitoly je rozpisované na štyroch stranách. Učebný text je spracovaný jasne logicky a pútavo a je doplnený názornými obrázkami vhodne vybranými na vytvorenie si predstavy o vnútornej stavbe Zeme. V kapitole chýba zmienka o Zemi ako planéte a možno by sa práve tu mali vsunúť aspoň základné poznatky o postavení Zeme vo vesmíre a o Mesiaci, ktorý sa spomína v neskorších kapitolách, ako objekt ovplyvňujúci geologické deje.

Text tretej kapitoly „**Minerály a horniny – stavebné jednotky Zeme**“, sa nachádza na 12 stranách. V tejto kapitole sa autorka venuje hlavne minerálom, ich stavbe a vlastnostiam. Horninám je v tejto kapitole venovaná minimálna pozornosť a to len v rozsahu jednej strany, kde je definícia horniny a genetické typy hornín. Na obrázku Obr. 13 sú vyobrazené štyri rôzne typy hornín, ktoré sú doplnené obrázkami výbrusov hornín z mikroskopu. Podľa môjho názoru oveľa vhodnejšie sú pre dnešných žiakov obrázky leštených hornín, ktoré sa v súčasnosti bežne používajú na obklady budov a na ktorých reálne môžu žiaci aj učitelia vidieť voľným okom idiomorfne alebo hypidiomorfne tvary kryštálov, ktoré horninu tvoria ako aj iné súčasti horniny, farbu, štruktúru a textúru horniny. Vyleštené horniny, použité ako dekoratívny kameň na budovách alebo pomníkoch majú občas krásnu farbu a neopakovateľnú kresbu a tým majú aj vyššiu výpovednú hodnotu o zložení a štruktúre horniny ako obrázky výbrusov hornín, ktoré v reálnom živote mnohí žiaci asi nikdy neuvidia. Táto kapitola má iné odborné chyby. Odborné nedostatky sa vyskytujú v tematickom celku „Stavba a vlastnosti minerálov“. Sú tu vecné chyby a tiež aj nedostatky v použitej terminológii.

Napríklad na obrázku **Obr. 17 Rôzne tvary kryštálov**, sú vyobrazené štyri kryštálové tvary minerálov a podľa autoriek ide o kryštálový tvar síry, fluoritu, granátu a kremeňa. Nesprávne kryštálové tvary sú tvary kremeňa a fluoritu. V skutočnosti je na obrázku kryštálový tvar augitu označený ako kremeň a kryštálový tvar kalcitu označený ako fluorit. Na strane 24 je nad obrázkom č. 24 napísané „niektoré minerály sú bezfarebné, napr. čistý kremeň – krištál.“ Výstižnejšie a pravdivejšie by bolo „čirý kremeň – krištál“. Tiež text „**Lesk je** odraz svetla od plochy kryštálu“, nie je úplne správny, pretože lesk majú aj minerály, ktoré nevykryštalizovali do geometrických tvarov – do plôch. Správnejšia definícia lesku je, odraz svetla od povrchu minerálu. Povrch minerálu je to čo vytvára lesk, napríklad šupinkaté minerály mávajú perleťový lesk a vláknité minerály mávajú hodvábný lesk. Popis holubníkového (žezlového) kremeňa na strane 28 znie: „**Holubníkový kremeň** je mineralogická rarita zložená z dvoch kryštálov kremeňa. Na spodný stĺpcový kryštál kremeňa nasadá ďalší, oveľa širší, ukončený plochami ihlana.“ Aj tento opis holubníkového kremeňa má nevyhovujúcu terminológiu. Kryštál rastie (z roztoku alebo z taveniny, z nasýtených pár plynov, ...), preto je vhodnejší výraz dorastá ďalší, nie nasadá ďalší, oveľa širší, ukončený plochami ihlana. Na strane 29 je pod obrázkom 36 text „**Obr. 36 Euchorit** z Ľubietovej patrí medzi nové objavené a uznané minerály“. Čo znamená slovné spojenie „uznané minerály“? Čo si pod týmto slovným spojením predstavia učitelia alebo žiaci?

Kapitola „**Geologické procesy**“ je rozpracovaná na 33 stranách. Z celej učebnice považujem práve túto kapitolu za najlepšie spracovanú aj z hľadiska rozsahu a primeranosti odborného textu. Učivo je napísané zaujímavo, terminológia je dobrá a text je spracovaný zrozumiteľne. Obrázky sú názorné a vhodne vybrané. Páči sa mi aj grafické spracovanie kapitoly. Veľmi pekne sú do geologických procesov zapracované genetické typy hornín. Prekvapilo ma však, že na str. 44, v učive o zemetraseniach, sa nachádza tabuľka, ktorá poskytuje rady pre ľudí nachádzajúcich sa na mieste, kde je práve zemetrasenie. Tabuľka sa nachádza v časti vyhradenej pre základné učivo a môžeme len dúfať, že sa tieto rady žiaci neučia ako niečo naozaj dôležité, čo ich skutočne ochráni v prípade zemetrasenia. V prípade silnejšieho zemetrasenia by tieto rady asi nikomu nepomohli. Moment prekvapenia a makroseizmická intenzita zemetrasenia, sú faktory, ktoré zatiaľ nevieme vopred vypočítať. V našej republike sú zemetrasenia zriedkavé, za posledných 15 rokov sú to obyčajne slabé otrasy zemskej kôry, ale v minulosti boli aj na našom území silné zemetrasenia (v Komárne aj na Dobrej Vode), preto nie je vhodné zemetrasenie ako také podceňovať. Na strane 45, v časti pre zaujímavosti, je text:

„Najväčšie zemetrasenie u nás bolo r. 1763 v Komárne, kedy zahynulo 63 ľudí, zničilo sa 279 domov a 7 kostolov.“ Podľa týchto údajov to bolo jedno zo silných zemetrasení na našom území.

Kapitola „**História Zeme**“ začína na str. 64 a je rozpisaná na 10 stranách učebnice. Miliardy rokov vývoja Zeme ako planéty a vývoja života na nej, sú v učive pre žiakov všeobecno-vzdelávacích škôl zhrnuté naozaj do veľmi malej kocky. V úvode kapitoly sa autorka venuje skamenelinám a veku hornín. Ďalšie učivo sa týka geologickej histórie Zeme a geologických období Zeme. Jednotlivé obdobia vývoja Zeme a vývoja života na Zemi sa v učebnici preberajú v dvojiciach a veľmi prehľadne. Základný text učiva v tejto kapitole nemá rovnorodú štruktúru. Rozdelenie prvohôr, druhohôr je v základnom texte na jednotlivé útvary, kým treťohory nie sú rozdelené na útvary, ale na staršie a mladšie. Na strane 73 začína základný text vetou: „**Štvrťohory** sú geologická éra, v ktorej žijeme.“ Štvrťohory (kvartér) nie sú geologická éra, ale útvar alebo perióda kenozoika, nie sú teda rovnocenný útvar s prvohorami, druhohorami alebo treťohorami. Rovnaká chyba sa vyskytuje na strane 67, tiež v základnom texte. Učivo v tejto kapitole je doplnené menej vhodnými a menej názornými obrázkami. Napríklad obrázok archeopteryxa (Popis obrázka 151 je: „**Obr. 151 Archaeopteryx** mal znaky plazov aj vtákov“). Na obrázku je pravdepodobne rekonštrukcia Z. Buriana a v popise nie je uvedená mierka. Obrázok tak pôsobí dojemom, že ide o vtáka dinosaurej veľkosti, hoci vieme, že archeopteryx bol veľký ako holub. Podľa môjho názoru tam autorky mohli dať fotografiu skutočnej skameneliny niektorého archeopteryxa. Obrázok **Obr. 156 Treťohorné jazero**, je bez vysvetlenia a bez mierky a na obrázku nie je nič, čo by bolo typické pre jazero z treťohôr. Dnes paleontológia zažíva druhú renesanciu a v tejto učebnici sa nenachádzajú ani len novšie poznatky zo súčasných výskumov.

Kapitola „**Príroda Slovenska**“ začína geologickou históriou a stavbou Slovenska. Aj túto kapitolu považujem za jednu z pekných a dobre odborne spracovaných kapitolu pre učebnice všeobecnovzdelávacích škôl. Už v úvodných statiach sa vyskytuje slovné spojenie typu Slovensko v prvohorách. Slovensko je mladý štát, v prvohorách ešte neexistovalo, vhodnejšie slovné spojenie je na území Slovenska. Inak je učivo napísané veľmi jednoducho a primerane tejto vekovej skupine. Veľmi pekné a názorné sú obrázky **Obr. 163 Geologická stavba Slovenska** a **Obr. 169 Stavba jadrového pohoria**. Téma „Osobitosti neživej prírody Slovenska“ poukazuje na niektoré prírodné krásy Slovenska. Z opisných osobitostí Slovenska by niektoré možno potrebovali aj viac vyzdvihnúť, napríklad Bradlové pásmo ako celok je unikátne z geologického hľadiska a jeho časť vytvára v Pieninách zoskupenie bradiel do pohoria, čo

je tiež unikátne. V téme „Jaskyne Slovenska“ je potrebné vyzdvihnúť, že Ochtinská aragonitová jaskyňa vznikla v premenených horninách, je veľmi diskutabilné, či ju vytvorila iba dažďová voda, ako uvádzajú autorky.

Posledná kapitola učebnice biológie pre 8. ročník základných škôl a 3. ročník gymnázia s osemročným štúdiom (Geológia a Ekológia) je „**Ekologické podmienky života**“. Text kapitoly je napísaný na 28 stranách a tak predstavuje druhú najdlhšiu kapitolu učebnice. Niektorí z opýtaných učiteľov základných škôl uviedli, že téma je tak rozsiahla, že ju nie je možné celú odučiť v tomto ročníku. Faktom je, že minulosti sa na základných školách, v tomto ročníku, po celý školský rok učili vedy o Zemi a o tieto strany mohla byť rozšírená hlavne kapitola „História Zeme“.

Drobné nedostatky terminológie, nielen v tejto kapitole, sú v pomenovaní farieb minerálov a hornín. Autorka používa farby ako je šedá (napr.: „*Andezit je šedá až tmavošedá jemnozrnná hornina.*“), hoci v iných prípadoch používa aj slovenský výraz sivá. V popisovaní

minerálov sa vyskytuje tiež farba kávová, kávovohnedá a iné farby, ktoré sa nevyskytujú v slovníku slovenského jazyka.

V učebnom texte sú v niektorých kapitolách zahrnuté aj praktické aktivity. V kapitolách, ktoré sa zaoberajú geovedami sa nachádza 5 praktických úloh. Všetky praktické aktivity vyžadujú dobrú odbornú pripravenosť učiteľa. Prílohy v učebnici priamo pokračujú za učebným textom, bez výraznejšieho oddelenia a bez názvu prílohy, tak ako sú označené v obsahu knihy.

Záverom možno konštatovať, že učebnica má pekné dizajnové spracovanie, ale mnohé odborné nedostatky, na niektoré z nich som v texte upozornila. Autorka geologickej časti mala konzultovať text učebnice alebo požiadať o recenziu kvalifikovaných odborníkov jednotlivých geologických vied a potom predložiť učebnicu po odbornej stránke bez chýb. Odporúčam autorkám opraviť chyby v učebnici a až po opravách ju používať ako učebnicu pre 8. ročník základných škôl a 3. ročník gymnázia s osemročným štúdiom.



ISSN 1338-1024