

Spis treści

Wstęp	3
Active Learning in Science Education <i>Meryem Nur Aydede Yalçin</i>	4
Kvantifikácia elementárnych vedomostí z informatky u študentov humánnej medicíny <i>Zuzana Balázsiová</i>	8
Analýza spätnej väzby pri e – testovaní <i>Simona Dudáková, Boris Lacsny, Peter Čerňanský</i>	26
Developing key competences at elementary teaching level <i>Stefania Elbanowska-Ciemuchowska</i>	32
Didaktické a etické aspekty vo výučbe lekárskej fyziky a biofyziky na lekárskech fakultách <i>Elena Ferencová, Eva Kráľová</i>	38
K didaktickej rekonštrukcii budovania predstáv žiakov o časticovej stavbe látok <i>Lubomír Held</i>	51
Jednoduché pokusy s minerálmi. Simple experiments with minerals. <i>Alžbeta Hornáčková, Mária Linkešová</i>	65
Alkaloidy – výukové materiály pro SŠ <i>Fantová Adéla, Hybelbauerová Simona</i>	79
Школьный инженерно-исследовательский проект в области биотехнологии. . 92 <i>Nadezhda Maltsevskaya, Karásková Natálie</i>	92
Reformy szkolne a nauczanie Przyrody <i>Grzegorz Karwasz</i>	99
Nauczanie procesów utleniania i redukcji z wykorzystaniem nowoczesnych technologii. <i>Michał Kasza</i>	117

Anorganická chémia v obsahu chemického vzdelávania na stredných školách na Slovensku	125
<i>Jarmila Kmeťová, Marek Skoršepa</i>	
Komunikacja interpersonalna w pracy nauczyciela	135
<i>Wioleta Kopek-Putala</i>	
Predstavy slovenských učiteľov nižšieho sekundárneho vzdelávania o skleníkovom efekte a jeho výučbe	153
<i>Lucia Kováčová</i>	
Topologická štruktúra pojmov v slovenských učebniciach fyziky	162
<i>Králiková Petra, Teleki Aba, Čerňanský Peter</i>	
Podpora motivácie študentov medicíny pre nadobudnutie vedomostí z lekárskej fyziky a biofyziky využiteľných v medicínskej praxi	169
<i>Kráľová Eva</i>	
Introduction to the IBSE Methodology in the Irresistible Project – Teacher Training	189
<i>Iwona Maciejowska and Małgorzata Krzeczowska</i>	
Funkčné technologické modely historických výrobných zariadení a ich didaktické využitie. Výroba cukru z cukrovej repy. Súčasný stav vučovania chémie a jeho smerovanie	208
<i>Mária Linkešová, Ivona Paveleková, Róbert Knap</i>	
Makrocyclické sloučeniny a výuka chemie	221
<i>Karásková Natálie, Malcevskaia Naděžda Vladislavovna, Myška Karel, Kolář Karel</i>	
Společny odbiór chemii a edukacyjne możliwości wykorzystania Zielonej chemii	228
<i>Czesław Puchała, Wioletta Pikiel</i>	

Wstęp

in statu nascendi

Active Learning in Science Education

In modern education approach, development in the modern science and technology is directly related with the getting a success on the science is accepted. The societies should be able to develop, understand and use the modern technology, and each person in the society should be literate of the science. Because the science and technology is developing fast, people should change their peculiarities which they should have in the future. Therefore, in the schools, the students should be grown with the having specific features like problem solving, critical thinking, creativity, independence and self-confidence. The reason of the having that skills is to have a learning process which have developed perfectly from primary school to post graduate.

In the primary education, the students are very active and energetic because of their age. The aim of primary science course is to improve students' scientific investigation of the environment and the world where they are living. Therefore, the students can adapt themselves to the life very easily, observation the environment greatly, doing reason-result relations between different events and having a conclusion. Also, active learning based activities which needs active involvement of the students contribute to a more productive and functional Science teaching in the primary schools.

It is required for teachers, who take an active role in growing the next generation in a way that they will be able to accommodate with the changes and developments in the world, to provide students a learning environment in which they will have access to knowledge and be able to apply what they learned. At the beginning of the year 2000, active learning became a topic of great interest, both in theory and in educational applications. The reason why active learning was one of the most discussed topics was that it enabled students to make arrangements they desire in the learning process beyond only playing the roles of passive listener and note-taker. In other words, in active learning, students take responsibility for reaching their education and research strategies, and academic goals. In active learning, the teacher has a role of guiding to students. Teachers should not make decisions for the student, but should guide. In this way, in active learning environments, the responsibility of learning is shared by the teacher and student the teacher is also required to have an important role in active learning. In today's world, many of the teachers are busy trying to find the best way to use the active learning methods where the students should be busy and stop with the passive learning.

There is more than one reason why science teachers are interested in active learning. Firstly, they are aware that active learning applications prepare students for lifelong learning. Another reason is the policies that educational authorities

developed on active learning in some countries. Besides, teachers are aware that they can apply the knowledge they gained in educational curriculums to their own professional understanding, therefore, developing their professional life toward lifelong learning. Moreover, based on their knowledge about how people learn, teachers also recognized the efficiency of active learning on students' learning (Aydede, 2009) This is because constructive learning was emphasized as a result of the studies done in the last century by Piaget in cognitive psychology, Vygotsky in social psychology, and their followers. According to constructive learning, students form their own knowledge based on previous knowledge (Stern and Huber, 1997). Therefore, active learning, which was based on the idea that students construct knowledge on their own previous knowledge, can be said to be one of the most effective ways for students to construct their own knowledge.

Every country in the aspect of the general goals of their education, they generate specific educational curriculums to train the students to the proposed level. One of these curriculum is science education curriculum. It is aimed to improve a philosophy to understand the aspect of the students about the teaching of science. It is aimed to build qualities such as improving a global perspective which is realistic and persistent, improving the necessary qualities to use the scientific methods, explaining the conceptual meaning of science, adjusting to the innovations in science and technology, raising personalities fruitful for the society.

The traditional method is not a satisfactory one for the students to learn and to get information due to the fact that it is overloading information, it has a difficult curriculum far from the likes of the students and the evaluation is only made by the students' memorization of all the information. (Dearn, 1996). Traditional teaching methods where the students are passive the learning process is still such a valid method used by many teachers although the failure of it is proven. Some researchers have shown that the students cannot gain skills or information only by getting the information from the teacher while they are inactive. This learning environment neither helps the students to be more interested in science nor improve their skills in analytical thinking in the process of learning science.

Active learning includes all the activities that students do and think about what is done. In active learning students not only learn about topic or course subject but also they apply the concept they have learned, search about and apply relationship between facts and compare the cases that contradict with their pre-learnings. Owing to these activities students construct their own knowledge instead of the knowledge that teacher transmitted (Chickering and Gamson, 1987; Mattson, 2005).

Many countries make reforms by means of a new curriculum that specifies new standards of education for the sake of their own people's welfare. When these new reforms are examined, it is seen that the developed curriculums

give responsibilities to the teachers, such as doing research, and planning and evaluating the learning process, along with the duty of applying the present programs. This new curriculum's insight regarding the teachers' new role will make teachers, who were previously at the education practitioner position, the ones that are actively participating in the constitution of innovations about education by having them go beyond being at the researched position in the creation of educational knowledge (Colburn, 2000; Hofstein, Nahum, & Shore, 2001; Spektor-Levy, Eylon, & Scherz, 2008).

In recent years the researches that has been done over which learning methods should be used, how they should be used, how to determine the ways the students learn science in a more effective way support the students' knowledge in a way of making them do more researches. As a result of these researches, the main idea that masters is the students learn science better if the learning process is based on researching and student centered. (Schneider 2001). For this reason, nowadays, all the countries are busy with transforming their education systems into active learning or either busy with making changes on them. It is a really difficult process for the school board, the teachers and the students to apply this to their methods of teaching.

As the teachers and the students get information about the active teaching methods and techniques, the other important issue would be how to use these in beneficial and successful ways. It is obvious to see that the students get enthusiastic naturally in a student-centred education. Yet, if the methods and techniques are not applied correctly, the teaching would be unsuccessful (Felder and Brent, 1996). Due these facts the selection of the methods and the techniques of teaching science are very crucial. The use of these activities, the comprehension of them via teachers, students and the environment, the determination of the methods and the techniques used for the specific subject and the appliances of these are also very important.

References

- Aydede, M. N, & Kesercioğlu, T. (2009). Examining primary school students self directed learnin skills. *Jornal of Çukurova University, Faculty of Education*, 36, 53-61
- Chickering, A. ve Gamson, Z. F. (1987). Seven principles for good practice. AAHE Bulletin 39: 3-7. (from <http://www.unm.edu/~oset/UsingActiveLearning.html> in 22 Feb. 2009)
- Colburn A (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6):42-44
- Dearn, J. M. (1996). Facilitating active learning in introductory science classes. different approaches: theory and practice in higher education. *Proceedings HERDSA Conference*. Perth. Western Australia. Retrieved from <http://www>.

herdsa.org.au/confs/1996/dearn.html in 4 January 2009.

- Felder, R.M., Brent, R. (1996). Navigating the bumpy road to student-centered instruction. *College Teaching*, 44, 43-47
- Hofstein A, Nahum T. L & Shore R (2001). Assessment of the learning environment of inquiry-type laboratories in high school chemistry. *Learning Environment Research*, 4, 193-207. DOI: 10.1023/A:1012467417645
- Mattson, K. (2005). Why “Active Learning” Can Be Perilous to The Profession. *Academe*, 91(1), 23-26.
- Schneiderx R. M., Krajcik, J., Marx, R. W. ve Soloway, E. (2001). Performance of students in project-based science classrooms on a national measure of science achievement. *Journal of Research Teaching in Science Teaching*, 39(5). 410-412
- Spektor-Levy O, Eylon B, Scherz Z (2008). Teaching communication skills in science: Tracing teacher change. *Teach. Teacher Educ.* 24:462-477. DOI: 10.1016/j.tate.2006.10.009
- Stern, D. ve Huber, G. L. (1997). Active Learning for Students and Teachers: Reports from Eight Countries. OECD

Meryem Nur Aydede Yalçın

Niğde University, Faculty of Education, Department of Science Education, Turkey

mnaydede@hotmail.com

Kvantifikácia elementárnych vedomostí z informatiky u študentov humánnej medicíny

Úvod a teoretické východiská

Výučba informatiky na stredných školách na Slovensku je zameraná predovšetkým na používanie bežných aplikačných programov. Časová dotácia tohto predmetu je však pomerne nízka. Študenti, ktorí začínajú študovať humánnu medicínu majú podľa nášho názoru úroveň počítačovej gramotnosti a schopnosť používať informačné komunikačné technológie (IKT) pri štúdiu nie na takej úrovni ako by bolo pre plnenie si povinností vyplývajúcich zo štúdia žiaduce. Tento deficit sa prejavuje už v 1. semestri štúdia v predmete biofyzika a lekárska fyzika. Z odovzdaných prác študentov je zrejmé, že aj keď použijú počítač na vypracovanie protokolu z praktických cvičení, grafické spracovanie výsledkov je spravené ručne alebo neúplne, symboly fyzikálnych jednotiek a veličín sú dopísané rukou.... Na tomto mieste je nutné spomenúť, že veľa študentov píše protokoly z rozličných objektívnych aj subjektívnych dôvodov ručne.

K podmienkam priebežnej kontroly patrí okrem vypracovaných protokolov z praktických cvičení aj napísanie semestrálneho projektu v rozsahu 9000 znakov v presne stanovenom formáte a s presne stanovenou úpravou. (Kráľová, 2010) Študenti vo väčšine prípadoch predpísanú úpravu nie sú schopní dodržať. Podobne, použité zdroje nie sú schopní uviesť podľa predlohy, ktorú majú k dispozícii.

K pokusu kvantifikovať elementárne vedomosti z informatiky a používania IKT u študentov začínajúcich štúdiom na univerzite nás viedli vlastné skúsenosti s prácou so študentmi a fakt, že väčšina našich študentov absolvovala strednú školu s výborným až veľmi dobrým prospechom.

Východiskom bol štátny vzdelávací program predmetu informatika pre gymnázia so 4-ročným a 5-ročným vzdelávacím programom a požiadavky, ktoré sú kladené na študentov pre úspešné absolvovanie predmetu lekárska biofyzika v 1. semestri štúdia medicíny. Počas semestra študenti vypracujú protokoly z biofyzikálnych meraní v elektronickej forme v programe Microsoft EXCEL a v tlačenej forme ich odovzdajú na kontrolu. Semestrálny projekt na danú tému píše v programe Microsoft WORD s použitím elektronických zdrojov informácií. Odporúčané sú im predovšetkým medicínske databázy a elektronické knižnice. Pri hodnotení je kladený dôraz aj na výber literatúry a správne citovanie. Na konci semestra majú študenti možnosť ústne prezentovať svoj projekt pred skupinou študentov v PowerPoinete.

Už štátny vzdelávací program pre materské školy uvádza, že dieťa by pred vstupom do školy malo ovládať základy práce s digitálnymi technológiami. Na základnej škole je odporúčané zaradiť informatiku do výučby od 3-4 ročníka.

Výkonovým štandardom v tejto vekovej kategórii, ktorý obsahovo súvisí s našim výskumom je: použitie konkrétnych nástrojov editora na úpravu textu, obrázkov a animácií, použitie nástrojov na prezeranie webových stránok a získavanie informácií, diskusia o digitálnych technológiách, ich využití, kladoch a záporoch a autorských právach, pracovať s mechanizmami na odhaľovanie vírusov. Vo výkonových štandardoch pre absolventov 4-5-ročných gymnázií sa okrem iného uvádza, že žiak dokáže: "...využívať nástroje na prácu s textom pri realizácii svojich projektov, používať nástroje na tvorbu a úpravu prezentácií, využívať tabuľkový editor, prezentovať údaje z tabuliek formou grafu, vyhľadávať a získavať informácie a hodnotiť ich kvalitu..." (Štátny pedagogický ústav [ŠPU], 2014)

Negatívny vplyv používania počítača a iných elektronických zariadení na ľudský organizmus je vo verejnosti známy ale je málo akceptovaný. Zariadenia IKT sú veľmi obľúbené najmä medzi mladými. Sú používané nielen na prácu ale aj na hry, komunikáciu... Nie je výnimkou, že mladí ľudia strávia používaním mobilného telefónu, tabletu či počítača aj niekoľko hodín denne. Neuvedomujú si negatívne vplyvy týchto zariadení pri ich dlhodobom používaní bez akceptácie pravidiel hygieny práce na ich zdravie. Z vlastnej skúsenosti vieme, že na školách všetkých stupňov abscentuje oboznámenie detí/študentov so základnými pravidlami hygieny práce s počítačmi. Študenti po nástupe na vysokoškolské štúdium používajú na plnenie svojich študijných povinností rôzne zariadenia IKT a nepoznajú spôsoby ako predísť alebo sa ochrániť pred diskomfortom (pálenie očí, neostré videnie, bolesti hlavy, chrbtice, zápästia...), ktorý je označovaný ako Computer Vision Syndromom (CVS) Je to najbežnejší súbor príznakov, ktoré sú vyvolané dlhodobou prácou s počítačom. Spôsobuje ich napríklad blikajúci monitor, zlé osvetlenie, nevhodná vzdialenosť očí od monitora (displeja), malá frekvencia žmurkania pri práci s počítačom. Prejavuje sa podráždenými očami, začervenaním, bolesťou hlavy... Expozícia monitorom môže byť u mladých ľudí aj zdrojom migrenózných bolestí. (Montagni et al., 2015) K CVS prispieva aj nesprávne sedenie, držanie tela, následné bolesti chrbtice a zápästia a celková ergonómia pri práci.

Cieľom práce je kvantifikovať elementárne vedomosti z informatiky a stanoviť schopnosť študentov získať relevantné a pravdivé informácie z primeraných zdrojov v súlade so štátnym vzdelávacím programom a výkonovými štandardami pre gymnázia, u študentov 1. ročníka humánnej medicíny na začiatku ich štúdia. Súčasťou práce je zmapovanie základných poznatkov o aktívnej ochrane zdravia pri práci s počítačom a inými IKT u študentov humánnej medicíny.

Metodika

Na zistenie schopnosti študentov používať IKT a ich úroveň vedomostí o ochrane zdravia pri práci s počítačom a inými elektronickými zariadeniami sme

použili originálny dotazník, ktorý zisťoval pripravenosť študentov na používanie internetu a počítača pri štúdiu na VŠ vo viacerých oblastiach. Dotazník obsahoval dvanásť otázok. Jednu štvrtinu tvorili otvorené otázky s voľnou tvorbou odpovede. Zvyšných osem otázok bolo zatvorených s odpoveďou s poradovou hierarchiou. Otázky boli zamerané na skúsenosti s tvorbou projektov – skúsenosti s používaním vyhľadávacích nástrojov na internete, využívanie cudzojazyčných študijných zdrojov, prácu s programovým balíkom MICROSOFT OFFICE, spôsoby citovania literárnych zdrojov. Test obsahoval dve otvorené otázky s voľnou tvorbou odpovede. Jedna bola zameraná na zásady ochrany zdravia a bezpečnosti pri práci s počítačom a ďalšími elektronickými zariadeniami, na zistenie konkrétnych poznatkov o aktívnej ochrane svojho zdravia pri práci s počítačom. Druhá bola cielená na úroveň poznatkov o biomedicínskych databázach. Dotazník bol v tlačenej forme a respondenti zaznamenávali odpovede priamo do formulára.

Vo väčšine otázok mali študenti ohodnotiť mieru používania jednotlivých nástrojov alebo úroveň svojich skúseností škálou 0 – 10 (0-2 – žiadne skúsenosti, 3-4 – podpriemer, 5-6 – priemer, 7-8 – nadpriemer, 9 – 10 – výborné skúsenosti). Dotazník bol distribuovaný osobne a študenti ho vyplňali na začiatku praktických cvičení.

V práci podávame aj komplexnú analýzu odpovedí študentov na otvorenú otázku: „*Vymenujte zásady ochrany Vášho zdravia a bezpečnosti pri práci s počítačom a ďalšími elektronickými zariadeniami*“. Odpovede sme rozdelili do nasledovných kategórií: ochrana zraku a sluchu, bezpečnosť práce s elektrickým prúdom, ochrana počítača (softvér a hardvér) iné pojmy. Kategória iné prevažne zahŕňala všeobecnú hygienu práce a protipožiarnu ochranu. Dotazník bol distribuovaný osobne a študenti ho vyplňali na začiatku praktických cvičení. Výsledky boli kvantitatívne aj kvalitatívne vyhodnotené.

Prieskum bol realizovaný u študentov 1. ročníka Lekárskej fakulty Univerzity Komenského v priebehu 1. semestra, krátko po začatí štúdia. Zúčastnilo sa ho 185 študentov (57 mužov a 128 žien) zo všetkých krajov Slovenska. Priemerný vek študentov zapojených do prieskumu bol $(19,68 \pm 1,5)$ rokov. Vek mužov a žien sa štatisticky významne nelíšil. Najstarší účastník prieskumu mal 31 rokov, najmladší 18 rokov.

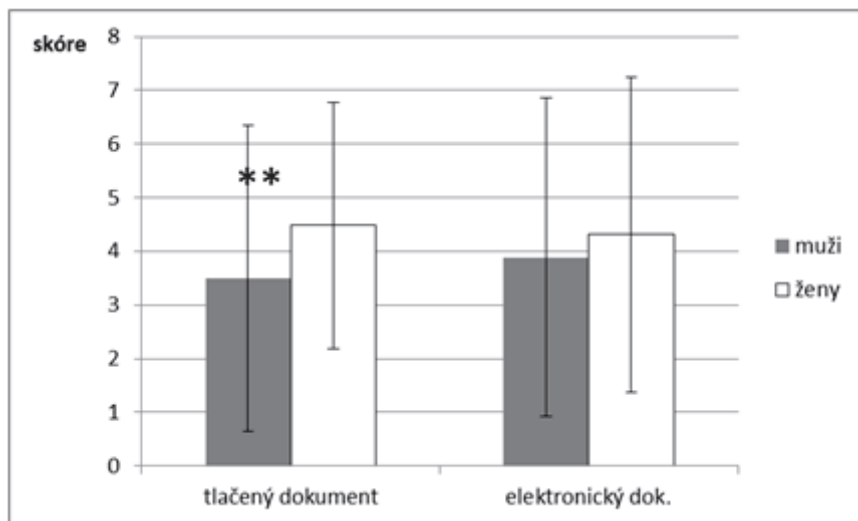
Na vyhodnotenie a štatistické spracovanie dotazníkového prieskumu sme použili metódy matematickej štatistiky – kvantitatívnu a kvalitatívnu analýzu, multifaktorovú analýzu ANOVA (2006). Skóre jednotlivých výsledkov je uvedené v tvare priemer \pm smerodajná odchýlka. Pri vyhodnotení odpovedí sme sa zamerali na schopnosti a skúsenosti študentov v oblasti: tvorby projektov, používania programov základného balíka MICROSOFT OFFICE, vyhľadávania študijných materiálov na internete, aktívneho prístupu k ochrane zdravia pri používaní počítača a iných zariadení IKT.

Výsledky

Skúsenosti s tvorbou projektov

Pri porovnávaní výsledkov sebahodnotenia úrovne skúseností s tvorbou projektov vo forme textovej, posterovej a PowerPointovej sme zistili u študentov štatisticky významné rozdiely ($p < 0,0001$). Študenti majú najväčšie skúsenosti s tvorbou projektov vo forme PowerPointových prezentácií. Z 10 bodovej stupnice sa ohodnotili v priemere na $(7,07 \pm 2,19)$ bodu. Najmenšie skúsenosti majú s posterovými prezentáciami. Tieto prezentácie získali v priemere $(3,93 \pm 4,8)$ bodu. Veľká smerodajná odchýlka aj hodnota variačného koeficientu ($Vk = 0,814$) svedčia o značnej variabilite odpovedí. Ženy udelili v priemere svojim skúsenostiam s tvorbou posterov $(4,36 \pm 5,49)$ bodu. Muži $(2,96 \pm 2,81)$ bodu. Štatistické vyhodnotenie ukázalo štatisticky významný rozdiel v sebahodnotení skúseností s posterovými prezentáciami v závislosti od pohlavia študentov ($p = 0,0349$). Nezistili sme uprednostňovanie určitej formy projektov (písaný text, poster, PowerPointová prezentácia) vzhľadom na geografickú polohu trvalého pobytu študentov.

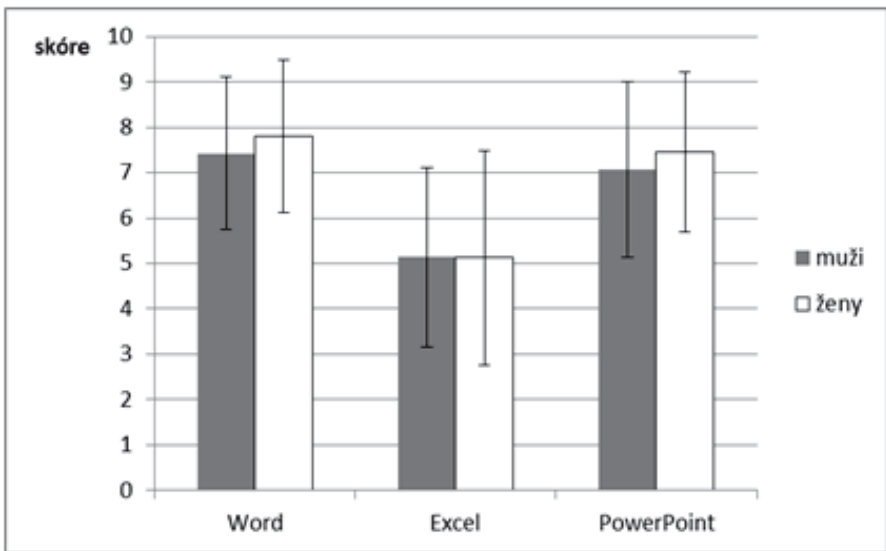
Študenti ohodnotili svoje znalosti o správnom spôsobe citovania dokumentov ako v elektronickej tak aj v tlačenej forme ako podpriemerné až priemerné (skóre: $4,2 \pm 2,9$). Ženy sa ohodnotili štatisticky významne lepšie ako muži ($p = 0,037$) (obr. 1). Nezistili sme štatisticky významný rozdiel v skóre, ktoré priradili študenti k citovaniu elektronickej a tlačenej formy dokumentov.



Obrázok 1. Popis v texte

Používanie programov základného balíka MICROSOFT OFFICE

Pri sebahodnotení zručnosti študentov využívať balík Microsoft Office sme zistili, že medzi študentmi sú vo frekvencii používania jednotlivých programov – WORD, EXCEL, PowerPoint štatisticky významné rozdiely ($p < 0,0001$). Študenti najviac používajú Word (celkové skóre: $7,68 \pm 1,68$), pričom ženy sú pri jeho používaní istejšie ako muži (skóre žien: $7,79 \pm 1,68$, skóre mužov: $7,42 \pm 1,68$). V PowerPointe sa ohodnotili študenti v priemere na ($7,34 \pm 1,82$) bodov. Aj v tomto prípade boli výsledky v porovnávaní pohlaví podobné ako pri používaní Wordu – ženy, mali priemerné skóre ($7,45 \pm 1,76$) vyššie ako muži ($7,07 \pm 1,94$). Výsledky ukázali, že najmenej používaným programom na začiatku štúdia je Microsoft Excel (celkové skóre: $5,13 \pm 2,24$). Nebol zistený štatisticky významný rozdiel vo frekvencii používania Excelu vzhľadom na pohlavie študentov (obr. 2).

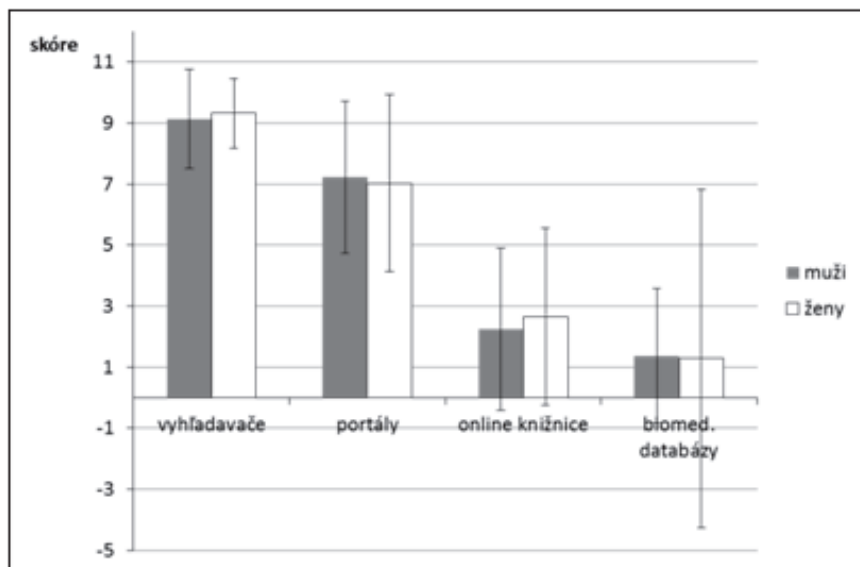


Obrázok 2. Popis v texte

Vyhľadávanie študijných materiálov na internete

Pri vyhľadávaní informácií v internetovej sieti študenti najviac používajú internetové vyhľadávače (priemerné skóre: $9,30 \pm 1,22$) a internetové portály (priemerné skóre: $7,09 \pm 2,78$). Najmenej používajú elektronické katalógy knižníc (priemerné skóre: $2,52 \pm 2,82$) a biomedicínske databázy (priemerné skóre: 1.01). Vysoká hodnota smerodajných odchýlok svedčí o veľkej variabilite schopnosti študentov používať biomedicínske databázy. To dokazujú aj vysoké hodnoty variačných koeficientov. V niektorých prípadoch je $V_k = 1,965$. Iba jeden študent priradil frekvencii jeho používania online katalógov knižníc a biomedicínskych

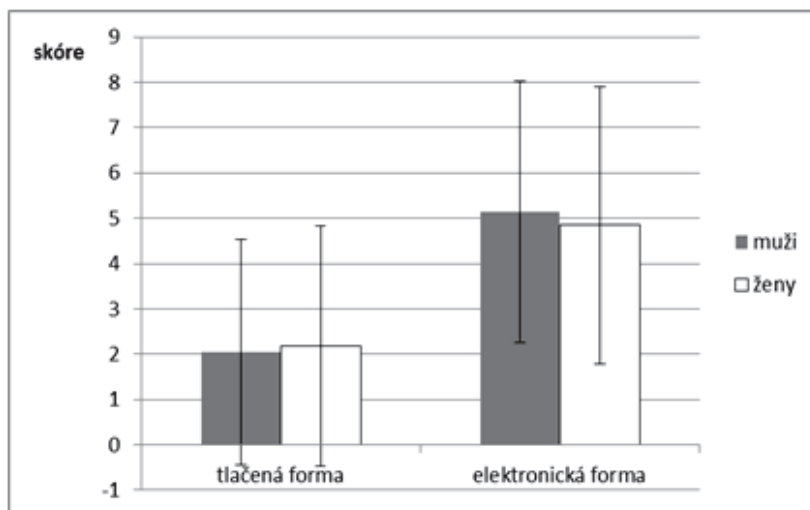
databáz 10 bodov, to znamená, že tieto vyhľadávacie nástroje bežne používa. Na druhej strane 37% študentov sa vyjadrilo, že online katalógy knižníc ako vyhľadávací nástroj vôbec nepoužívajú a nemajú s ním nijaké skúsenosti. Biomedicínske databázy vôbec nepoužíva pri štúdiu až 68% študentov. Ani v jednom prípade nebol štatisticky významný rozdiel medzi frekvenciou používania spomenutých vyhľadávacích nástrojov vzhľadom na pohlavie (obr. 3).



Obrázok 3. Popis v texte

K otázke: „Ktoré biomedicínske databázy poznáte?“ sa vyjadrilo iba 23,43% študentov (13 žien a 17 mužov). 9 žien a 4 muži uviedli správne názvy databáz ako napríklad: Pubmed, Web of Science, lekárske slovníky, Medline, Reaxys. 6 žien a 13 mužov uviedlo názvy rôznych portálov: Biopedia, Bioweb, Genezis, e-Health, Mefanet, Sceletopedia, Medscape, Wikipedia, Wikiskripta, webové stránky knižníc. 1 študent spomenul názov elektronického vedecko-populárneho časopisu. Názvy viac ako 1 databázy uviedli 3 študenti, z toho 2 ženy. Názvy dvoch portálov – Bioweb a Genetis.eu poznal 1 študent. 3 ženy a 2 muži uvádzali názvy portálov aj databáz spolu, teda nepoznajú rozdiel medzi týmito pojmy. V súlade s uvedenými výsledkami, študenti ohodnotili svoje skúsenosti s vyhľadávaním v biomedicínskych databázach priemerným skóre ($0,92 \pm 1,91$), čo môžeme hodnotiť ako veľmi malé skúsenosti. Muži mali skóre vyššie ($1,47 \pm 2,4$) ako ženy ($0,67 \pm 1,59$). Smerodajná odchýlka aj variačný koeficient ($V_k = 1,63$) ukazujú, že medzi jednotlivcami sú veľmi veľké rozdiely v poznatkoch o biomedicínskych databázach. V ich používaní pri štúdiu majú muži signifikantne vyšší pocit väčšej istoty ako ženy ($p = 0,0078$).

Výsledky potvrdili aj ďalšie naše skúsenosti z výučby. Študenti vo všeobecnosti na písanie prác a riešenie úloh nedostatočne používajú cudzojazyčné zdroje. Signifikantne viac uprednostňujú elektronické zdroje pred tlačеныmi ($p = 1,0095E-19$). Sebahodnotenie frekvencie využívania cudzojazyčných zdrojov pre štúdium je u študentov veľmi variabilné. Muži s priemerným skóre ($5,14 \pm 2,89$) využívajú viac elektronickú formu zahraničných zdrojov ako ženy (priemerné skóre: $4,86 \pm 3,05$). Štatisticky sa nepotvrdilo, že by pohlavie študentov vplývalo na uprednostňovanie jednej konkrétnej formy cudzojazyčných zdrojov (obr. 4).

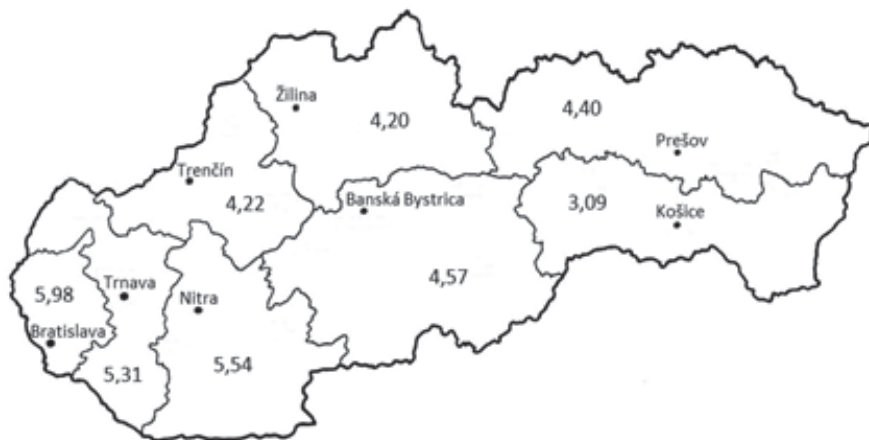


Obrázok 4. Popis v texte

Výsledky multifaktorovej analýzy ukázali, že využívanie cudzojazyčných študijných elektronických zdrojov štatisticky významne súvisí s geografickou polohou miesta trvalého pobytu študenta ($p = 0,044$). Najmenšie priemerné skóre (3,09 bodov) mali študenti z Košického kraja a najväčšie priemerné skóre (5,98 bodov) mali študenti z Bratislavského kraja (obr. 5).

Ochrana zdravia a bezpečnosť práce pri používaní počítača a iných IKT

Analyzovali sme 265 pojmov, ktoré študenti uviedli v súvislosti s aktívnou ochranou ich zdravia počas používania počítača a iných informačných komunikačných technológií. Zistili sme, že na otázku o ochrane zdravia a bezpečnosti pri práci so zariadeniami IKT, ktorá je uvedená v metodike neodpovedala, to znamená nevedela uviesť žiadny pojem takmer štvrtina z celkového počtu mužov a viac ako tretina z celkového počtu žien. 19% z celkového počtu študentov napísalo dva pojmy, viac ako štyri pojmy napísal iba jeden muž a jedna žena čo zodpovedá 1% všetkých opýtaných. Výsledky základnej kvantitatívnej analýzy sú uvedené v tabuľke č.1.



Obrázok 4. Popis v texte

Tabuľka 1. Kvantitatívna analýza počtu pojmov súvisiacich s ochranou zdravia pri práci so zariadeniami IKT

počet pojmov	n _{muži} = 57 = 100%		n _{ženy} = 128 = 100%		n _{spolu} = 185 = 100%	
0	13	23%	46	36%	59	32%
1	8	14%	20	16%	28	15%
2	15	26%	20	16%	35	19%
3	5	9%	21	16%	26	14%
4	15	26%	20	16%	35	19%
5	1	2%	1	1%	2	1%

Pri vyhodnocovaní uvedených odpovedí podľa zamerania jednotlivých kategórií sme zistili, že najväčšiu skupinu tvorili pojmy spojené s ochranou zraku, sluchu a ergonomickým hľadiskom. Druhou najčastejšie uvedenou skupinou bola skupina pojmov týkajúca sa zásad bezpečnosti pri práci s elektrickým prúdom. Do tejto skupiny patrili odpovede 40% mužov a takmer jednej tretiny žien. Menej početnú skupinu tvorili pojmy o ochrane softvérového a hardvérového vybavenia počítača. V oblasti hygieny práce a protipožiarnej ochrany, ktorá bola zaradená do skupiny Iné všeobecné pojmy sa muži v porovnaní s odpoveďami žien, vo väčšej miere vyjadrovali ku všetkým témam (tab. 2).

Tabuľka 2. Početnosť pojmov súvisiacich s ochranou zdravia pri používaní IKT zariadení v jednotlivých kategóriách

kategória ochrany a bezpečnosti	$n_{\text{muži}} = 57 = 100\%$		$n_{\text{ženy}} = 128 = 100\%$		$n_{\text{spolu}} = 185 = 100\%$	
nevjadriili sa	13	23%	46	36%	59	32%
ochrana zraku, sluchu a ergonóma	29	51%	52	41%	81	44%
bezpečnosť práce s elektrickým prúdom	23	40%	37	29%	60	32%
ochrana počítača (software hardware)	10	18%	13	10%	23	12%
iné	10	18%	17	13%	27	15%

Ochrana zraku, sluchu a ergonómia

Do kategórie ochrany zraku, sluchu a ergonómie sme uviedlo 81 študentov (29 mužov a 52 žien). Takmer polovica zo spomenutých pojmov sa týkala správneho sedenia, jedna tretina doby strávenej pri počítači, menej ako desatina bližšie nešpecifikovanej ochrany zraku. Jedna desatina pojmov bola zameraná na jas monitora a osvetlenie okolia. Menej ako päť percent pojmov sa týkalo polohy počítača. Iba jedna študentka upozornila na ochranu pred vysokou hladinou intenzity zvuku. Percentuálne zastúpenie počtu pojmov od žien a mužov je vo väčšine prípadov veľmi podobné (tab. 3).

Tabuľka 3. Početnosť jednotlivých skupín pojmov v kategórii Ochrana zdravia. Legenda: $n(p)$ – počet pojmov

Obsahové zameranie pojmov	$n(p)_{\text{muži}} = 41$		$n(p)_{\text{ženy}} = 78$		$n(p)_{\text{spolu}} = 119$	
doba pri počítači	12	29%	25	32%	37	31%
poloha tela + vzdialenosť od monitora	20	49%	37	47%	57	48%
osvetlenie okolia, jas monitora	4	10%	5	6%	9	8%
ochrana zraku	4	10%	7	9%	11	9%
ochrana sluchu	0	0%	1	1%	1	1%
poloha počítača	1	2%	3	4%	4	3%

Bezpečnosť práce s elektrickým prúdom

Vyhodnotili sme spolu 69 pojmov týkajúcich sa základných pravidiel bezpečnosti práce s elektrickými zariadeniami. K tejto téme sa vyjadriilo 23 mužov a 37 žien. Až 42% pojmov v tejto skupine sa týkalo kontroly neporušenia káblov a zapojenia do elektrického obvodu, 4% špecifikovali kontrolu zapojenia pred zapnutím počítača. Takmer jedna pätina pojmov sa zamerala na zabránenie styku

prístroja s kvapalinami. 17% pojmov upozorňovalo na vypínanie počítača po ukončení práce a počas búrky. V 14% nebola špecifikovaná práca s elektrickými zariadeniami – jednalo sa iba o konštatovanie Na zabránenie styku prístroja s kvapalinami upozorňovali vo väčšej miere muži (31% pojmov) ako ženy (16% pojmov). Na druhej strane ženy sa viac zamerali na vypínanie počítača počas búrky a po ukončení práce (21% pojmov od žien v porovnaní s 12% pojmov od mužov). Iba tri pojmy boli zamerané na kontrolu zapojenia pred zapnutím počítača (tab. 4).

Tabuľka 4. Početnosť jednotlivých skupín pojmov v kategórii Bezpečnosť práce s elektrickým prúdom. Legenda: $n(p)$ – počet pojmov

Obsahové zameranie pojmov	$n(p)_{\text{muži}} = 26$		$n(p)_{\text{ženy}} = 43$		$n(p)_{\text{spolu}} = 69$	
práca s elektrickými zariadeniami (nešpecifikované)	4	15%	6	14%	10	14%
zabrániť styku s kvapalinami	8	31%	7	16%	15	22%
zapojenie do elektrického obvodu (kontrola káblov)	10	38%	19	44%	29	42%
vypínanie počas búrky, po ukončení práce	3	12%	9	21%	12	17%
kontrola zapojenia pred zapnutím	1	4%	2	5%	3	4%

Ochrana softvéru a hardvéru

K softvérovej a hardvérovej ochrane počítača sa vyjadrilo 13 žien a 10 mužov prostredníctvom 47 pojmov. Najväčší podiel (takmer polovicu) tvoria pojmy týkajúce sa konzumácie jedla a nápojov, tretina sa týka ochrany dát. Ostatné pojmy sa vyskytujú v zanedbateľnom množstve (používanie autorizovaného servisu, sledovanie záruky, zabezpečenie proti mechanickému poškodeniu...) Počet pojmov týkajúcich sa ochrany dát v počítači bol od žien a mužov veľmi podobný. Na druhej strane počet pojmov týkajúcich sa preštudovania návodu pred použitím je významne vyšší od mužov ako od žien (tab. 5).

Tabuľka 5. Početnosť jednotlivých skupín pojmov v kategórii Ochrana softvéru a hardvéru. Legenda: $n(p)$ – počet pojmov

Obsahové zameranie pojmov	$n(p)_{\text{muži}} = 20$		$n(p)_{\text{ženy}} = 30$		$n(p)_{\text{spolu}} = 50$	
nekonzumovať jedlo a nápoje	9	45%	16	53%	25	50%
preštudovať návod	4	20%	2	7%	6	12%
ochrana dát	6	30%	10	33%	16	32%
zabezpečenie proti mechanickému poškodeniu	1	5%	0	0%	1	2%
použitie autorizovaného servisu	0	0%	1	3%	1	2%
sledovanie záruky	0	0%	1	3%	1	2%

Iné všeobecné pojmy

15% zo všetkých respondentov uviedlo spolu 27 pojmov majúcich všeobecný obsah zameraný na hygienu práce a protipožiarnej ochrany. V súvislosti s hygienou práce na počítači bolo spomenuté bližšie nešpecifikované bezpečné prostredie, opatrnosť, obozretnosť. Niektoré argumenty boli konkrétne – nepracovať pri únave, nebehať, sústredenie na prácu, čistota a poriadok, ochrana tela pred prehriatym notebookom. Podobne pri vyhodnocovaní počtu a obsahu pojmov protipožiarnej ochrany sme zaregistrovali všeobecné argumenty (ochrana pred požiarom) ale aj konkrétne (prehriatie počítača, chladenie, nehasiť vodou). V tabuľke č.6 je ukázaná frekvencia výskytu jednotlivých výrazov z oblasti hygieny práce a požiarnej ochrany, ktoré nespádali do žiadnej nami stanovenej kategórie.

Tabuľka 6. Frekvencia výskytu výrazov, ktoré nepatrili do žiadnej zo stanovených kategórií. Legenda: n(p) – počet pojmov

Obsahové zameranie pojmov	n(p) _{muži} =10	n(p) _{ženy} = 17
bezpečné prostredie	0	2
nepracovať pri únave	0	1
opatrnosť, obozretnosť, sústredenie	3	5
nebehať	1	0
poriadok a čistota	1	3
antistatický odev	0	1
ochrana tela pred prehriatym notebookom	0	2
protipožiarna ochrana	2	1
prehriatie počítača	1	1
chladenie počítača	1	0
nehasiť vodou	1	1

Diskusia

Výsledky našej štúdie ukázali, že študenti prichádzajúci študovať zo stredných škôl vedia používať IKT len v obmedzenom rozsahu, čo im neumožňuje využívať tieto zariadenia na získavanie informácií potrebných na vysokoškolské štúdium v maximálnej možnej miere. Nedostatky sa ukázali najmä v správnej orientácii a hľadaní informácií v primeraných elektronických zdrojoch. Študenti SŠ síce pracujú na projektoch a referátoch, no na ich tvorbu používajú iba všeobecné encyklopédie a internetové portály s neoverenými informáciami (napr. Wikipedia). Skúsenosti s použitím databáz a knižníc majú nedostatočné. Tak isto si neuvedomujú negatívne účinky zariadení IKT na organizmus, ktoré sa

môžu prejavíť pri ich dlhodobom kontinuálnom používaní bez rešpektovania základných pravidiel hygieny práce s týmito zariadeniami.

Podľa rámcového učebného plánu pre výučbu informatiky na gymnáziách majú študenti v priemere 0,75 vyučovacej hodiny do týždňa, pričom trieda musí byť delená na skupiny.(ŠPU, 2014) Domnievame sa, že uvedený rozsah výučby je nedostatočný a nedokáže v dostatočnej miere pokryť požiadavky, ktoré sú kladené na študenta univerzity. Vo väčšine prípadoch vysoké hodnoty smerodajných odchýlok aj variačných koeficientov v našich výsledkoch ukazujú, že úroveň, skúsenosti aj istota študentov v práci s počítačom je veľmi rozdielna.

Skúsenosti s tvorbou projektov

Študenti majú najviac skúseností tvorbou prezentácií v PowerPointe. Naopak, najmenšie skúsenosti majú s posterovými prezentáciami, ktoré signifikantne častejšie používajú ženy ako muži. Podobné výsledky boli publikované aj v záverečnom hodnotení projektu na gymnáziu, kde študenti 3. ročníka najviac používali pri tvorbe projektu prezentačný program a následne textový editor. (gymnázium L. Štúra, 2011) Menej používaná posterová prezentácia projektov môže mať súvis so zabezpečením vytláčeného posteru (návšteva tlačiarne alebo Copy centra a následná finančná úhrada za tlač...). Ďalšie negatívum posterov je ich skladovanie, aj keď sme toho názoru, že kvalitné postery študentov by mohli byť dlhodobo použité vo vyučovacom procese.

Ovládanie správneho spôsobu citovania ako elektronických tak aj tlačných zdrojov študenti ohodnotili podpriemerne až priemerne, pričom ženy mali signifikantne vyššie skóre ako muži. Z toho usudzujeme, že ženy si viac veria pri citovaní použitej literatúry. Môže to byť spôsobené všeobecne psychofyziologickými danosťami žien, odlišným prístupom k práci a plnení povinností v porovnaní s mužským pohlavím. U obidvoch pohlaví sme nezistili rozdiely medzi citovaním tlačného a elektronického dokumentu. Naše skúsenosti z výučby a vedenia semestrálnych projektov ukazujú, že študenti sa v tomto bode extrémne nadhodnotili. V skutočnosti nevedia správne citovať ani tlačný ani elektronický dokument.

Domnievame sa, že zistené výsledky úzko súvisia s formou a obsahom výučby na stredných školách na Slovensku. Projektová výučba je zaradená do edukačného procesu už na základných školách. (ŠPU, 2014) Z vlastných skúseností vieme, že nedostatkom tejto výučby je, že ani vo vyšších ročníkoch II. prípadne III. stupňa škôl nedbajú učitelia na uvádzanie použitých zdrojov v projektoch, nieto ešte na uvedenie týchto zdrojov v správnej forme. Túto skúsenosť dokladuje aj práca o pedagogickej skúsenosti edukačnej praxe v 1.ročníku SŠ (Hanuliaková, 2012), v ktorej napriek podrobnému opisu vedenia projektového vyučovania chýba informácia o povinnosti uvádzať použité zdroje pri tvorbe projektov.

Používanie základného balíka Microsoft Office

Naši študenti sú najistejší v používaní Wordu a najmenej ovládajú Excel. Výsledky naznačujú, že ženy sú v používaní Wordu istejšie ako muži. Rozdiel v skóre nebol štatisticky významný. V elektronických zdrojoch gymnázia v Trenčíne sa uvádza, že študenti najviac uprednostňovali používanie prezentačných programov (medzi ktoré patrí aj PowerPoint), nasledovali textové editory (napríklad WORD). V oboch prípadoch – našom aj v prípade uvedeného gymnázia, študenti najmenej používali tabuľkové a grafické programy, napríklad EXCEL. (gymnázium Ľ. Štúra, 2011)

Vyhľadávanie študijných materiálov na internete

Študenti výrazne uprednostňujú internetové vyhľadávače a hneď po nich internetové portály. Elektronické katalógy knižníc a biomedicínske databázy využívajú vo veľmi malej miere. Študenti nepoznajú rozdiel v pojmach portál a databáza a takmer 80% respondentov nevedelo uviesť príklad biomedicínskej databázy. Mefanet (výučbový portál lekárske fakúlt Čiech a Slovenska) bol uvedený 13 krát a skutočné databázy vedeckých prác boli uvedené 14 krát, z toho PubMed 9 krát.

Aj keď sú medzi jednotlivcami veľké rozdiely, výsledky ukazujú, že študenti si uvedomujú, že ich skúsenosti s prácou v biomedicínskych databázach a s vyhľadávaním informácií potrebných ku štúdiu sú nedostatočné až slabé. Muži ohodnotili svoje skúsenosti so štatisticky vyšším skóre ako ženy. Tieto výsledky korešpondujú s výsledkami Passeyho et al. (2004) a Marwana (2008), ktorí vo svojej práci uvádzajú, že chlapci sú horlivejší a pohotovejší pri používaní IKT ako dievčatá.

Zistenie, že študenti v signifikantne vyššej miere využívajú na štúdium cudzojazyčné elektronické zdroje ako tlačené nebolo prekvapením. Súvisí to s rýchlym rozvojom IKT, pričom výsledky naznačujú, že elektronické zdroje viac preferujú muži. Miera využívania cudzojazyčných elektronických zdrojov je signifikantne ovplyvnená miestom bydliska študenta. Na obrázku č 5 je znázornená mapa SR, ktorá ukazuje priemerné skóre študentov pochádzajúcich z jednotlivých krajov Slovenska. Z obrázku vyplýva, že skúsenosti študentov s využívaním cudzojazyčných zdrojov na štúdium klesajú v smere od západu krajiny na východ. V porovnaní s Bratislavským krajom majú študenti Košického kraja štatisticky významne menšie skúsenosti s používaním cudzojazyčných elektronických zdrojov. Tento rozdiel môže súvisieť s ekonomickými faktormi (rôznou ekonomickou a vzdelanostnou úrovňou obyvateľstva), ale aj s geofyzikálnymi faktormi (úroveň pokrytia signálom)...

Ako sme už uviedli, študenti pre štúdium využívajú prevažne internetové zdroje, ale biomedicínske databázy a portály využívajú iba v obmedzenej miere. Sústreďujú sa prevažne na všeobecné portály a encyklopédie (napr. Wikipédia).

To môže v konečnom dôsledku viesť k voľbe nesprávnych materiálov na učenie a následne k nepresným, nedostatočným alebo chybným vedomostiam, čoho dôsledkom môže byť zhoršené hodnotenie, prípadne neúspech na skúške.

Sebahodnotenie je definované ako proces, v ktorom študent hodnotí kvalitu myslenia a správania a identifikuje stratégie, ktoré zlepšujú ich schopnosti a zručnosti. (McMillan et al., 2008) Podľa Boud (1995) pozostáva z dvoch elementov: 1 rozhodovanie a výkon, 2. spravenie úsudku o kvalite výkonu. Naše výsledky ukazujú, že v dôsledku nedostatočných vedomostí z používania IKT pre štúdium môže dôjsť u študentov k chybám na oboch úrovniach – chybné rozhodnutie pri voľbe internetových materiálov na učenie sa a následné nesprávne vyhodnotenie kvality učebného textu. To má priamy súvis s kvalitou odpovede na skúške. Tvrdenie: „...ved' študenti sa to naučia počas štúdia...“ neobstojí. Prvý ročník je z pohľadu pedagóga pre študentov náročný, pretože študenti si musia vytvoriť svoj vlastný systém, musia sa naučiť učiť a zvyknúť si na systém štúdia na VŠ, ktorý sa diametrálne líši od štúdia na strednej škole. Toto všetko predpokladá maximálne sústredenie a maximálne využívanie času na učenie. Domnievame sa, že študenti v 1. ročníku VŠ nebudú mať čas na samoučenie sa používať databázy, vyhľadávať relevantné a hodnoverné študijné materiály, správne citovať použité zdroje pri písaní prác.... Preto si myslíme, že by bolo vhodné realizovať pre študentov pred začiatkom štúdia úvodné kurzy, v ktorých by boli oboznámení s možnosťami vyhľadávania a používania relevantných zdrojov pre potreby štúdia v odborných medicínskych databázach a knižniciach.

Ochrana zdravia a bezpečnosť práce pri používaní počítača a iných zariadení IKT

Na aktívnu ochranu zdravia pri práci s IKT, najmä s počítačom a smartfónmi upozorňuje veľa odborných aj vedecko-populárnych prác. Napriek tomu sa tejto problematike nevenuje vo vzdelávacom programe pozornosť. Na negatívny vplyv používania IKT upozornilo už veľa autorov. Či už je to vplyv elektromagnetického smogu, alebo neúmerné zaťaženie pohybového aparátu človeka, zraku, prípadne sluchu.

Výsledky nášho výskumu ukázali alarmujúcu skutočnosť, že takmer jedna tretina zo 185 študentov 1. ročníka humánnej medicíny nepoznali ani jednu zásadu (pojmem) ochrany zdravia pri práci s počítačom alebo inými elektronickými zariadeniami. Iba 1% študentov uviedlo 5 pojmov, ktoré boli zamerané na ochranu zdravia. Podľa nášho očakávania najviac študentov malo vedomosti v oblasti ochrany zraku, sluchu a ergonómie. Často sa vyskytoval názor, že pri ochrane zdravia je potrebné dbať na čas strávený pri počítači, menej často bolo spomenuté správne držanie tela – vystretý chrbát, ojedinele podopretie rúk. Rozdiel v názoroch bol nezávislý na pohlaví jedinca. Kórejskí lekári skúmali vplyv expozície smartfónom na zrak u adolescentov. Sledovali 715 jedincov z troch kórejských veľkomiest. Zistili, že počet negatívnych príznakov koreluje

s dĺžkou nadmerného neprerušovaného používania smartfónu – viac ako 2 hod/deň. (Kim, J. et al. 2016) Heiting a Wan (2016) odporúčajú pri počítačovej únave očí, pre úľavu, komplexné očné vyšetrenie, správne osvetlenie, minimalizáciu odleskov, upgrade a nastavenie displeja (jas, farba...), častejšie žmurkanie, cvičenie očami, časté prestávky, úpravu pracovného miesta, uprednostnenie počítačových okuliarov pred kontaktnými šošovkami, sedieť tak, aby boli hlava, krk a trup vzpriamené, pozerat' priamo na monitor, lakty blízko pri tele, používat' stoličku s oporou pre dolnú časť chrbta, držat' myš v blízkosti klávesnice, monitor umiestniť tak, aby jeho horný okraj bol na úrovni očí a dalo sa z neho pohodlne čítať bez predklonu, pri práci s tlačnými dokumentmi používat' stojan na dokumenty, ktorého pozícia je v takej výške a vzdialenosti ako monitor počítača. (Heiting, 2015) Ako už bolo spomenuté v úvode, tieto odporúčania, ani žiadne iné, nie sú súčasťou výchovnovzdelávacieho procesu na slovenských školách. Na druhej strane sú publikované práce, ktoré upozorňujú na to, že bolesti chrbta u mladých ľudí nemusia súvisieť s ich aktivitami pri počítači a pozeraním TV (Drozda et al. 2011).

Pravidlá bezpečnosti práce pri práci s elektrickými zariadeniami sú vyučované na konci 2. stupňa vzdelávania. Takmer polovica z vyhodnotených pojmov (bez významného vplyvu pohlavia) v tejto kategórii bola zameraná na kontrolu zapojenia prístroja/počítača do elektrickej siete. Priority v bezpečnosti práce s elektrickými zariadeniami sú rozdielne v závislosti od pohlavia v dvoch oblastiach: ženy preferujú vypínanie zariadenia počas búrky a v noci, zatiaľ čo muži uprednostňujú zabránenie styku zariadenia s kvapalinami. Domnievame sa, že tieto rozdiely by mohli mať súvis so vzťahom k technike a spôsobom spracovávania informácií, ktoré sú u mužov a žien rozdielne.

V súčasnosti sú kladené veľké nároky na optimalizáciu a aktualizáciu softvérovej ochrany počítačov, tabletov, smartfónov... Práca s mechanizmami na odhaľovanie škodlivých vírusov je zakotvená aj v štátnom vzdelávacom programe pre druhý stupeň ZŠ pre predmet informatika. To znamená, že študenti sa počas školskej dochádzky s týmto pojmom/procesom stretli v minulosti a stretávajú sa s ním aj v súčasnosti. Preto nás neprekvapilo, že 12% študentov spomenulo ochranu hardvéru a softvéru. Sme toho názoru, že ich tvrdenie bolo zamerané na ochranu citlivých a osobných dát pred stratou (ochrana hardvéru), prípadne pred nežiaducim únikom a následným zneužitím (ochrana softvéru). Ochrana dát považujú za rovnako dôležité muži aj ženy. Pri ochrane hardvéru jednoznačne dominovala položka zdržania sa akéhokoľvek požívania jedla a tekutín počas práce s počítačom, čo by mohlo mať za následok mechanické znečistenie a následnú možnú poruchu príslušenstva. Kekule a Žiak (2010) upozorňujú na fakt, že muži majú pozitívnejší postoj k fyzike a technike ako ženy, majú lepší vzťah k práci s technickými zariadeniami. Z tohto pohľadu je prekvapivé zistenie, že preštudovať návod pred použitím zariadenia odporúčajú oveľa viac muži ako ženy.

Iné všeobecné pojmy

Malú skupinu pojmov nebolo možné zaradiť ani do jednej z predchádzajúcich kategórií. Ide o všeobecné pojmy, ktoré sú bežne používané v pravidlách BOZP s ktorými sú študenti každoročne oboznamovaní na ZŠ, SŠ aj VŠ – nebehať, udržiavať poriadok na pracovnom mieste, bezpečné prostredie, ochrana pred požiarom, elektrické zariadenie nehasiť vodou...V tejto skupine sa vyskytli aj pojmy, ktoré by mohli vyplývať z vlastných skúseností študentov – ochrana počítača pred prehriatím alebo nezanedbávať chladenie počítača, nepracovať pri únave...

Osobitnú pozornosť by sme chceli venovať pojmu *ochrana tela pred prehriatym notebookom*. Je zarážajúce, že z celkového počtu 185 študentov uviedli tento závažný fakt iba 2 študentky. Tepelné poškodenie kože na stehnách laptopom je v populárnych článkoch označované ako „Toasted skin syndrome“ (Kobble, 2016). V odborných prácach je tento syndróm označovaný ako „laptop dermatitis“. Prejavuje sa farebnými zmenami na koži stehien. Prevenciou môže byť používanie podložky pod laptop (Schummer et al.2015)

Poškodenie kože pri nadmernom používaní nielen laptopov ale aj ostatných zariadení IKT, príslušenstiev stolových počítačov, smartfónov nemusí byť iba tepelné a v oblasti stehien. Môže vzniknúť ako dôsledok alergických reakcií alebo mechanickým podráždením časti rúk a prstov, ktoré sú v kontakte s týmito zariadeniami (Örenay, 2015)

Záver

Rýchly rozvoj zariadení IKT spôsobil, že nielen študenti, ale aj deti od útleho detstva ba aj seniori používajú mobilné telefóny, laptopy, tablety, počítače, GPS.... Vo všeobecnosti sa informácie o rizikovitom používaní IKT zariadení vyskytujú iba sporadicky. Je iba niekoľko firiem, ktoré v návodoch upozorňujú aj na nebezpečenstvá spojené s nadmerným používaním týchto zariadení. Preto by bolo vhodné upriamiť na túto problematiku výučbu v školských zariadeniach na všetkých stupňoch a tieto poznatky zaradiť do štátneho vzdelávacieho programu.

Ten istý rozvoj IKT spôsobil, že študenti majú oveľa väčší prístup k informáciám, ktoré sú viac či menej pravdivé. Je len na nás – učiteľoch ako študentov usmerníme a naučíme ich tieto informácie selektovať. Obsah výučby informatiky na SŠ je veľmi široký a časová dotácia predmetu nízka (ŠPU, 2014). V súčasnosti sú študenti pri učení mnohokrát postavení do aktívnej role. Pýtajú sa a hľadajú správne odpovede. Preto je nutné aby sa vyznali v množstve viac či menej odborných, viac či menej pravdivých informácií, ktoré im ponúka internet. Pomôžme im v tom!

Práca bola podporená GP KEGA Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR č. 003UK-4/2016.

Bibliografia

- ANOVA. 2006. *Analysis of variance between groups*. 2006-05-03. Vyhľadané 2015-04-21), dostupné na <http://www.physics.csbsju.edu/stats/anova.html>
- Boud, D. 1995. *Enhancing learning through self-assessment* London: Kogan Pag. 1995. In Dorothy Spieler. *Assessment Matters: Self-Assessment and Peer Assessment. Teaching development* Wāhanga Whakapakari Ako. University of Waikato. New Zealand. 2012.s.18 Vyhľadané 2015-06-02, dostupné na http://www.waikato.ac.nz/tdu/pdf/booklets/9_SelfPeerAssessment.pdf
- Drozda, K.; Lewandowski, J; Gorski, P. 2011. Back pain in lower and upper secondary school pupils living in urban areas of Poland. The case of Poznan. *Ortopedia, traumatologia, rehabilitacja* 13(5) 2011. p. 489-503
- Gary Heiting, OD a Larry K. Wan, OD.2016. *Computer Eye Strain: 10 Steps for Relief*. Online [Page updated June 20, 2016] Vyhľadané 2016-06-23, dostupné na: <http://www.allaboutvision.com/cvs/irritated.htm>
- Gary Heiting, OD. 2015. *Computer Ergonomics for Healthy Vision*. [Page updated January 2015] Vyhľadané 2016-06-23, dostupné na: <http://www.allaboutvision.com/cvs/ergonomics.htm>
- Gavora, Peter a kol. 2010. *Elektronická učebnica pedagogického výskumu*. [online]. Univerzita Komenského, Bratislava. 2010. Vyhľadané 2016-06-25, dostupné na: <http://www.e-metodologia.fedu.uniba.sk/> ISBN 978–80–223–2951–4.
- Gymnázium Ľ. Štúra. 2011. *Tvorba projektu a prezentačné zručnosti. Záverečné hodnotenie projektu*. Gymnázium Ľ. Štúra, Trenčín. 2011. 27s. Vyhľadané 2015–05-28, from http://www.glstn.sk/ProjektEU/dokumenty/projektove_vyuucovanie5.pdf
- Hanuliaková, D. 2012. *Tvorba a hodnotenie projektového vyučovania*. Metodicko-pedagogické centrum, Bratislava. 2012. 41s. Vyhľadané 2015–05-28 , dostupné na http://mpc-edu.sk/shared/Web/OPSOSO%20III.%20kolo%20vzvy%20na%20poziciu%20Odborny%20poradca%20vo%20vzdelavani/OPS_Hanuliakova%20Danica%20-%20Tvorba%20a%20hodnotenie%20projektoveho%20vyucovania.pdf
- Kekule, M., Žák, V. 2010. Postoje žáků k výuce fyziky v České republice – vybrané výsledky. *Scientia in educatione*. 1(1), 2010. s. 51-71 Vyhľadané 2011-06-17, dostupné na: <http://www.scied.cz/>
- Kim J a kol. 2016. Association between Exposure to Smartphones and Ocular Health in Adolescents. *Ophthalmic Epidemiol.* 2, 2016. p.1-8.
- Kobble, M. 2016. The danger in having your laptop on your lap. *Tech in our everyday life*. Studio D. Vyhľadané 2016-07-04, dostupné na <http://techin.oureverydaylife.com/danger-having-laptop-lap-1144.html>

- Kráľová, E. 2010. Promotion of learning process by projects'. *Abstract book The 4th International Conference Research in Didactics of the Sciences Kraków*. Pedagogical University of Kraków, Kraków 2010. s. 63-64
- Marwan, A. 2008. An Analysis of Australian Students' Use of Information and Communication Technology (ICT). *International Journal of Instructional Technology & Distance Learning*, 5(11) 2008. ISSN 1550-6908. Vyhľadane 2016-06-19, dostupné na: http://www.itdl.org/Journal/Nov_08/article05.htm
- McMillan, J. a H., Hearn, J. 2008. *Student Self-Assessment: The Key to Stronger Student Motivation and Higher Achievement*. s. 40-49. 2008, dostupné na 2015-06-02 from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ815370.pdf>
- Montagni I, a kol. 2015. Screen time exposure and reporting of headaches in young adults: A cross-sectional study. *Cephalalgia*. 2015 Dec 2. pii: 0333102415620286. [Epub ahead of print]
- Örenay, Ö.M. , Sarifakiođlu, E. 2015. Modern technology related dermatosis: Review (Review) *Turkiye Klinikleri Dermatoloji* 25(3),2015. p. 92-97
- Passey, D., Colin, R a kol. 2004. *The Motivational Effect of ICT on Pupils*. Research Report No 523. Univerzity of Lancaster, Lancaster, UK, 2004. 77s. ISBN 1 84478 204 2. Vyhľadane 2016-06-19, dostupné na: http://downloads01.smarttech.com/media/research/international_research/uk/lancaster_report.pdf
- Schummer, C., Tittelbach, J., Elsner, P. 2015. Righ-sided laptop dermatitis. *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 140(18), 2015, p.1376-1377
- Štátny pedagogický ústav [ŠPU]. 2014. *Štátny vzdelávací program*. Štátny pedagogický ústav, Bratislava. 2015-03-26. Vyhľadane 2015-05-20, dostupné na <http://www.statpedu.sk/clanky/inovovany-statny-vzdelavaci-program>

Zuzana Balázsová

Slovak Republic

zuzana.balazsiova@fmed.uniba.sk

Analýza spätnej väzby pri e – testovaní

Úvod

Spätná väzba je jeden z najdôležitejších aspektov učenia sa. Práve spätá väzba dáva nielen žiakovi, ale aj učiteľovi informáciu o správnom pochopení, zatriedení a zapamätaní vedomosti, ktorú sa učiteľ snažil podať žiakovi. Spätnú väzbu môžeme pozorovať takmer všade v bežnom živote, či už sa jedná o manuálne alebo intelektuálne činnosti. Spätnú väzbu v našom ponímaní chápeme ako informáciu pre žiaka o správnosti jeho riešenia. Jednoduchá spätá väzba je informácia o správnosti/nesprávosti riešenia úlohy, pričom žiak nepozná správny postup riešenia, ak sa dopustil chýb, ale systém mu ukáže správny výsledok. Komplexná spätá väzba ponúka žiakovi celkovú spätú väzbu, čiže názorný postup riešenia danej úlohy s teóriou, schémami, obrázkami, potrebnými vzorcami, postupnými výpočtami atď. až po výsledný vzťah a správny výsledok. Taktiež dáva informáciu o správnosti/nesprávosti riešenia s tým, že pri úspešnom aj neúspešnom vyriešení úlohy zobrazuje spomínanú komplexnú spätú väzbu. Opakovanie súboru úloh so spätou väzbou napomáha vytvoriť v mozgu žiaka silnejšiu pamäťovú stopu, čím sa uchováva trvácnejšia znalosť. To akým spôsobom sa človek učí nám uvádzajú výskumy v oblasti neurológie a ukazujú akým spôsobom vznikajú v mozgu pamäťové stopy. Učenie človeka je priamo podmienené opakovaním, pretože faktom je, že prepojenia neurónov v mozgu vznikajú pri opakovanom stimule daného neurónu. Trvácnejšiu znalosť si človek uchová vďaka opakovaniu, ktoré napomáha vytvoriť silnejšiu pamäťovú stopu. Z toho dôvodu bola zaujímavá myšlienka vytvoriť model vhodný pre vyučovací proces, ktorý by označil počet opakovaní vhodného súboru úloh, potrebných na to, aby si žiaci po prečítaní tohto súboru osvojili znalosti na vybranej úrovni, a to s istou požadovanou pravdepodobnosťou. Správnosť takéhoto smerovania je potvrdená aj výsledkami výskumu mechanizmu tvorby synapsií v neurogenetike (Fields, 2005a), a model ENKI bol v skutočnosti nimi inšpirovaný. (Benko, 2014, str. 23) V tomto príspevku sa budeme odvolávať na tento model, ktorý je už niekoľko rokov skúmaný na katedre fyziky FPV UKF v Nitre.

Metodika e-testovania

Na analýzu spätnej väzby využívame spomínané e-testy vytvorené na portáli amos.ukf.sk. Vytvorili sme dva druhy e-testov, a to e-testy s jednoduchou spätou väzbou a s komplexnou spätou väzbou. Úlohy v e-testoch sú rozdelené do troch oblastí ako sa uvádza v diplomovej práci S. Dudákovej (2015), „*Okamžitá spätá väzba pri hodnotení riešenia úloh vo fyzike*”. Pracujeme so získanými výsledkami žiakov, ktoré dosiahli zodpovedaním 10-tich úloh na výpočet celkového odporu dvoch rezistorov zapojených paralelne. E-testy sú nastavené tak, že sa žiaci

nemôžu vrátiť späť k predchádzajúcej úlohe. E-testovania s jednoduchou spätnou väzbou sa zúčastnilo 79 žiakov a s komplexnou spätnou väzbou 136 žiakov.

Analýza výsledkov na základe modelu ENKI

Zvládnutie učiva na požadovanej úrovni znalosti vyžaduje pochopenie zložitosti celého procesu nielen zo strany neurologických štruktúr, ale aj zo strany štruktúr učenia celku. Ten sa vyznačuje štruktúrou zloženou z autonómnych celkov, ktoré sa vzájomne ovplyvňujú a prepájajú (Bao, 2008; Benko, 2014, str. 24).

Ako uvádza B. Lacsny v (Lacsny, 2005), „Autonómnymi celkami rozumieme štruktúry, ktoré musia byť kompletne vytvorené, aby sa daný úkon mohol zvládnuť“. Každý z autonómnych celkov sa vytvára opakovaním daného úkonu (verbálne učenie, memorovanie alebo opakovanie motorického úkonu). Pravdepodobnosť zapamätania si danej znalosti, či úkonu vzrastá s počtom opakovaní (Benko, 2014, str. 24).

Na analýzu výsledkov, ako uvádzame v (Dudáková, 2016), využívame rozšírený model ENKI v tvare $P(n) = v_r + v_u(1 - q^n)^{N_a}$, kde parameter v_r – pomer žiakov, u ktorých už daný autonómny celok je skompletizovaný k všetkým testovaným žiakom; v_u – pomer učiacich sa žiakov (u ktorých dochádza k rastu znalosti).

Pravdepodobnosť $P(n; N_a)$ skompletizovania N_a autonómnych štruktúr v n opakovaní je

$$P(n; N_a) = (1 - q^n)^{N_a}$$

kde $1 - q$ je pravdepodobnosť toho, že jedna autonómna štruktúra sa skompletizuje jediným opakovaním, q je pravdepodobnosť neskompletizovania neurálnej štruktúry po prvom opakovaní. (Lacsny, 2005, str. 86)

Pre zrozumiteľnejšiu interpretáciu výsledkov používame index (1) pre pravdepodobnosť P z výsledkov získaných z testov s jednoduchou spätnou väzbou a index (2) pre pravdepodobnosť P z výsledkov získaných z testov s komplexnou spätnou väzbou. Priebeh vytvárania autonómnej štruktúry je iný v testovaní s úlohami s jednoduchou spätnou väzbou ako s komplexnou spätnou väzbou.

Čiže pre oba spomínané priebehy dostávame nasledovné rovnice

$$P(n, N_1)^{(1)} = (1 - q_1^n)^{N_1}$$

$$P(n, N_2)^{(2)} = (1 - q_2^n)^{N_2}$$

Pre prvé opakovanie $n = 1$ platí

$$p_1 = 1 - q_1$$

$$p_2 = 1 - q_2$$

kde p_1 a p_2 sú pravdepodobnosti toho, že sa aktivuje po prvom opakovaní celá štruktúra. Predpokladajme, že pravdepodobnosť aktivácie jedného neurónu je p_0 a nech sa daná štruktúra skladá z s_1 resp. s_2 neurónov. Potom pravdepodobnosť aktivácie celej štruktúry je

$$p_1 = p_0^{s_1}$$

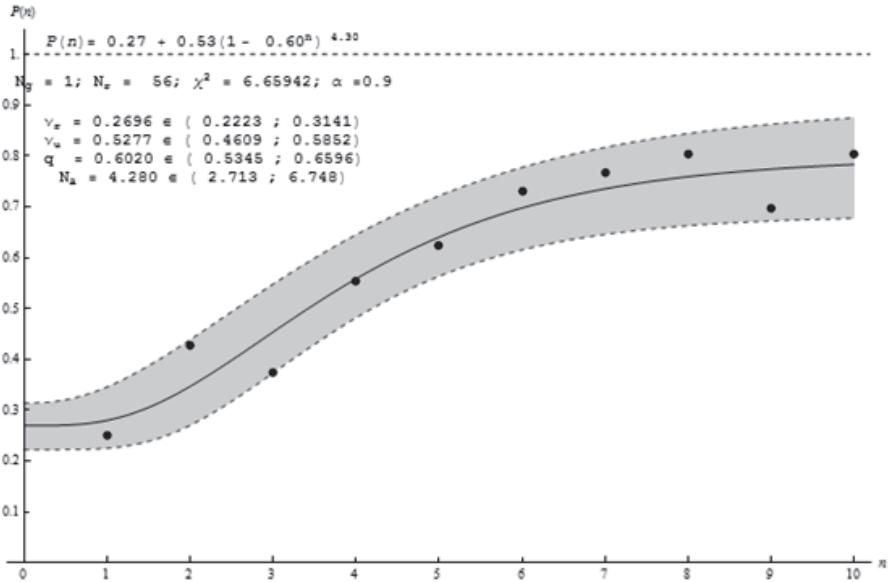
$$p_2 = p_0^{s_2}$$

Po úpravách a zlogaritmovaní dostávame vzťah

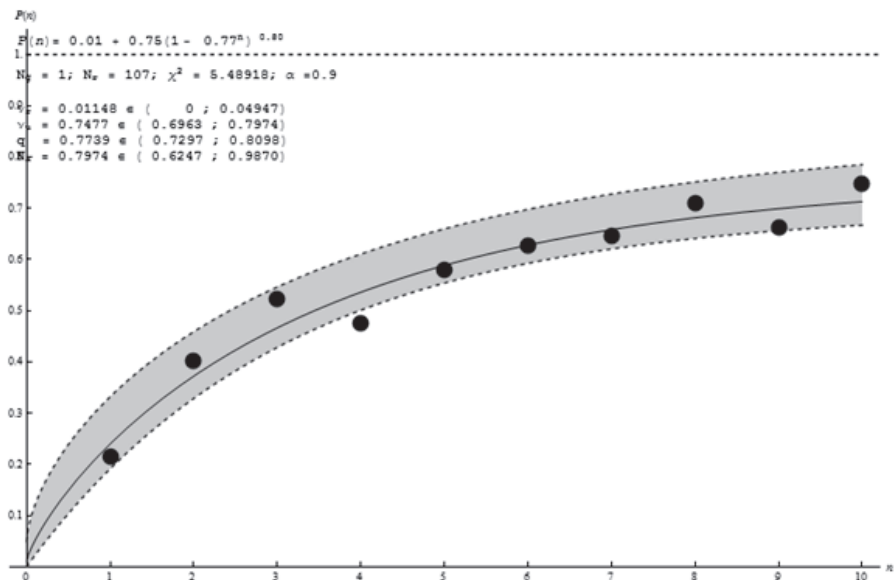
$$\frac{\ln p_2}{\ln p_1} = \frac{s_2}{s_1}$$

Táto rovnosť je uvedená aj v (Lacsny, 2005).

Z výsledkov fitov e-testov s jednoduchou spätnou väzbou vid'. Obr. 1 a z výsledkov e-testov s komplexnou spätnou väzbou vid'. Obr. 2 vieme pomocou predchádzajúceho vzťahu určiť v akom pomere sú počty neurónov v daných priebehoch.



Obr. 1: Graf s jednoduchou spätnou väzbou fitovaný modelom ENKI



Obr. 2: Graf s komplexnou spätnou väzbou fitovaný modelom ENKI

Z týchto fitov vieme povedať, že hodnoty p_1, p_2 sú:

$$p_1 = 1 - 0,602 = 0,398$$

$$p_2 = 1 - 0,7739 = 0,2261$$

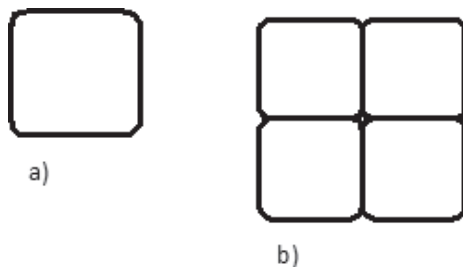
Po dosadení do výsledného vzťahu dostávame

$$\frac{\ln 0,2261}{\ln 0,398} = 1,6 = \frac{s_2}{s_1}$$

$$s_2 = 1,6s_1$$

Z toho vyplýva, že počet neurónov v danej štruktúre (akoby kapacita zapojenej časti mozgu) je u žiakov e-testovania s komplexnou spätnou väzbou rovný 1,6 násobku počtu neurónov v danej štruktúre u žiakov e-testovania s jednoduchou spätnou väzbou.

Fity nám dávajú aj informáciu, že pri e-testoch s komplexnou spätnou väzbou je u žiaka zapojená jedna autonómna štruktúra (viď. Obr. 3a), nakoľko v e-testoch s jednoduchou spätnou väzbou sú u žiakov zapojené štyri autonómne štruktúry (viď. Obr. 3b).



Obr. 3 Delenie autonómnych štruktúr v mozgu žiaka

Kapacita zapojenej časti mozgu v e-testoch s jednoduchou spätnou väzbou je približne 2,5 krát väčšia ako kapacita zapojenej časti mozgu žiakov v e-testoch s komplexnou spätnou väzbou.

Záver

Podarilo sa nám ukázať, že pre žiakov sú efektívnejšie e-testy s jednoduchou spätnou väzbou ako e-testy s komplexnou spätnou väzbou. Pre žiakov je účinnejšie, keď musia na riešenie úlohy prísť sami iba s informáciou, že poznajú správny výsledok a nie celý postup riešenia, ak zadajú odpoveď. V tomto prípade však využívajú štyri autonómne štruktúry, na ktoré je potrebných 2,5 krát viac neurónov ako v prípade využitia len jednej autonómnej štruktúry. Domnievame sa, že mozog žiaka zrejme využíva tieto autonómne štruktúry na viac oblastí ako napr. rozpoznanie, že ide o paralelne zapojenie rezistorov a nie sériové, použitie matematických úprav na vyjadrenie výsledného odporu rezistorov, správne dosadenie daných hodnôt a samotný výpočet. Sú to len naše predpoklady, čo vlastne autonómne štruktúry znamenajú na základe indícií a našich skúseností. Zistili sme, že pre trvácnejšie znalosti je podstatné zapojiť viac autonómnych štruktúr a využiť väčšiu kapacitu mozgu.

PodĎakovanie

Ďakujem za cenné rady a užitočné pripomienky RNDr. Abovi Telekimu PhD. Vďaka patrí aj základným školám za realizáciu experimentu a ich pedagogickým pracovníkom. Tento príspevok je podporovaný projektom UGA VII/2/2016.

Použitá literatúra

- Benko M. (2014) Využitie modelu rastu znalosti opakovaním na meranie náročnosti fyzikálnych úloh. (Dizertačná práca) Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre
- Dudáková S. (2015) Okamžitá spätná väzba pri hodnotení riešenia úloh vo fyzike.

(Diplomová práca) Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

Dudáková S., Lacsny B. (2016) Testovanie riešení úloh s okamžitou spätnou väzbou. Študentská vedecká konferencia 2016, Zborník recenzovaných príspevkov, apríl 2016, Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

Lacsny B. (2005) Matematické modelovanie fyzikálnych veličín. (Dizertačná práca) Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

Simona Dudáková, Boris Lacsny, Peter Čerňanský
Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Nitra, Slovakia

Developing key competences at elementary teaching level

Introduction

Getting familiar with natural phenomena in the surrounding world allows pupils to develop key competences. The natural curiosity of children 6-10 years old helps them to make acquaintance with the natural phenomena while playing. In the years 2009-2015 Division of Physics Education of University of Warsaw organized a cycle of open meetings “Playing with physics”; several hundred pupils attended them every year. The meetings, taking place on the monthly basis, helped the pupils to experiment, to formulate and check hypotheses. During the thematic workshops our undergraduates and PhD students helped the kids individually. In the paper the examples of activities will be described that developed the kids’ key competences.

The topics of the workshops

The first meeting was on “**Properties of water and air**”. The pupils performed simple experiments and answered the questions: how to recognize that the air exists, can one squeeze the air, when does the air expand, how to measure the lung capacity, how does water behave in communicating vessels, which objects float and which sink, under which conditions the bodies float, and many others. Everyday utensils: bottles, bowls, paperclips, balloons, rubber tubing and others served as instruments.

The second meeting, “**Learning the secrets of light**”, involved optical phenomena. The pupils looked for answers to, among others, the following questions: what does one see in a curved mirror, how do the colored shadows arise, how to see the mug’s bottom without looking inside. The instruments were mirrors, metal plates, cans, colored foils and cardboard, candles and flashlights.

The next meeting involved heat phenomena and was called “**What happens when the ice melts**”. The pupils performed simple experiments and looked for the answers to the questions: what happens with the ice when it melts and with water when it freezes, how can thermal energy be transported, how can we observe temperature changes of solids, liquids and gases, whether all bodies conduct heat in the same way, which bodies expand and which shrink when being heated. The thermal imaging camera was used, which enabled the visualization of thermal processes. The images from the camera extended pupils’ imagination and helped to understand the thermal phenomena.

The fourth meeting was devoted to electric and magnetic phenomena. In the workshop “**From amber to magnet**” pupils looked for the answers to the following questions: How to generate electric charge on balloons so they attract

or repel each other? How to construct a simple electric circuit? can the current flow from a cucumber? Is it only metals that conduct electric current? what moves the compass needle, and so on. The next meeting involved stability of various constructions and looking for the center of gravity of various systems. At the next meeting, “**Looking for equilibrium**”, pupils performed the relevant experiments. Through experiments they solved the problem of the right arrangement of luggage in various vehicles: cars, ships, barges. During the next meeting in the school year 2014/2015, “**Where does electric current come from?**” pupils looked for the origin of current. They discussed and compared the principles of operation of coal power plant, hydroelectric power plant, wind, solar and nuclear power plants.

Key competences

In the workshops pupils came across various problems to be solved. They worked with a chosen group leader. The group leader, also called the captain, divided the tasks between individual team members, which triggered off the *team collaboration*. The accepted hypotheses were verified experimentally. The group representative, named by the captain, presented the results to the whole class, which helped to shape the skill of *public presentation of work result*.

The outcome of experiment was followed by explanation of the cause of the phenomenon and recalling of similar phenomena occurring in nature.

The pupils displayed various competences. This is best seen in the pictures taken at the workshops. Figures 1a, 1b and 1c show the *team collaboration* of pupils in the group. They have found the center of gravity of an irregular plane figure representing the shape of the map of Poland. (Fig. 1a). The task required the collective action – to use the plumb line hanging from at least three points in the plane, to draw the lines and find the fulcrum, then to check the effectiveness of performed tasks.



Fig.1a. Looking for the center of gravity

Another example of team work was observed during activities on electrostatics, where pupils investigated the interaction of electrically charged balloon with the wall.



Fig.1b. Will the electrically charged balloon stick to the wall?

Working in teams, the pupils read the diagrams and constructed electric circuits.

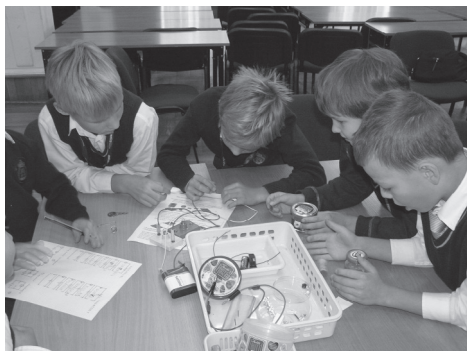


Fig. 1c. Building the electric circuits according to pupils' own ideas

One of the important competences is **seeing the connections between experiments and the natural phenomena.**

In the electrostatics workshop pupils helped with the kitchen work: they separated the mixture of pepper and salt using electrostatic phenomena (Fig.2).

One of the important competences is **showing perseverance in the face of difficulties.**

We often present in physics lessons the profiles of scientists who persevered on their way to discoveries and inventions. Our pupils also had the opportunity to persevere in the face of the difficulties.



Fig.2. How to separate pepper from salt using electrostatic phenomena?

In Fig. 3 we see a girl checking assiduously, whether a sheet of paper prevents pouring out of water from a glass turned upside down. The pupils repeated the trials many times (Fig 3).



Fig. 3. Will the water pour out from the glass?

School should equip pupils in the ability to organize their own work. “Playing with physics” also gave the opportunity to shape this valuable skill. In Figs. 4 we can see how the girls prepared elements needed to check their hypotheses, quite unassisted.

The next competence shaped by the physics activities is the **public presentation of one’s work results**.

The team captains pointed out the pupils to make the public presentation

In Fig. 5 we see a girl presenting, before the whole group, her experiment with a little ball moving in a stream of air. In Fig. 5 we see the effect of lighting up of a fluorescent tube near a “plasma ball”. The girl demonstrating the phenomenon moves her hand and checks how long is the lighted up part of the tube.



Fig. 4. Will the plastic pipe hold little bits of paper?



Fig. 5. Will the fluorescent tube light up in the vicinity of a “plasma ball”?

One of the important aims of meetings with pupils was *looking for new solutions*.

An example of a puzzle is shown in Figures 6.

The puzzle is the following: how to lift a light plastic cup with the help of a balloon, without touching the cup with one’s hands. A girl blew up a balloon, but did not put it inside the cup before blowing up, so the trial failed. The authors of the puzzle expected the cup to be lifted with help of a blown-up balloon. Instead, a boy lifted the cup thanks to electrostatic attraction.

Summary

Having competences means the ability to use them in specific, fast changing situations. Such situations were provided by playing with physics. The physics-related activities for pupils from lowest grades of primary school favored development of the key competences. The important thing in physics is that the language of skills does not replace the content, but complements it. The physics content proved an exceptionally inspiring material to shape the key competences.



Fig. 6. Can a cup be lifted with a balloon?

Bibliography

- Elbanowska-Ciemuchowska, S. (2012), How to raise pupils' interest in the light phenomena at the beginning of school education – Learning the secrets of light. In: Innovative contents and teaching methods in science, ed. Paško, J.R., Pedagogical University, Cracov, pp.34-37 (in Polish).
- Elbanowska-Ciemuchowska, S., Boryczko K., Kozubal M., Samsel A. (2012), How to raise pupils' interest in thermal phenomena at the beginning of school education – Learning the thermal phenomena. In: Research in physics education, ed. Kania, A., Paško, J.R., Tejchman W., Pedagogical University, Cracov, pp.18-23 (in Polish).
- Elbanowska-Ciemuchowska, S. (2013), Pupils' meetings with physics at elementary teaching level. *Fizyka w Szkole* 2013/5, pp.41-45 (in Polish).
- Elbanowska-Ciemuchowska, S. (2014), The concept of equilibrium at elementary teaching level. In: Teaching and learning of science – from kindergarden to university, ed. Jagodziński, P., Wolski, R., Pedagogical University, Cracov, pp.103-107 (in Polish).

Stefania Elbanowska-Ciemuchowska

Division of Physics Education, Faculty of Physics, University of Warsaw, Poland

stefania.elbanowska@fuw.edu.pl

Didaktické a etické aspekty vo výučbe lekárskej fyziky a biofyziky na lekárskech fakultách

Úvod

Dôležitú úlohu pri výučbe teoretických a klinických predmetov na lekárskech fakultách plnia didaktické prostriedky, ktoré tvorí súbor všetkých materiálnych zariadení v teoretickej i praktickej výučbe. Didaktické prostriedky v príslušnom období možno hodnotiť z hľadiska technického, z hľadiska teórie informácií, z pedagogického, psychologického, medicínskeho hľadiska a pod. Materiálne didaktické prostriedky, ako súčasť výučbového procesu, majú nezastupiteľnú úlohu aj v procese lekárskeho vzdelávania. Ich úlohou je priblížiť, odhaliť a konkretizovať, doplniť, sprehľadniť a fixovať poznatky získané slovne alebo opisom vo forme vedomostí, zručností a návykov, postojov a rozvinutých schopností. Učebné pomôcky vo všeobecnosti poznáme základné a špeciálne (1).

Materiál a metodika

V medicínskom štúdiu, v teoretických disciplínach sa používajú základné didaktické pomôcky:

- preparáty, vzorky, zbierky,
- modely – zobrazujú princíp alebo stavbu orgánu,
- dvojrozmerné zobrazenia – umožňujú zobrazit' určité procesy v ľudskom organizme v konkrétnej podobe alebo graficky (obrazy, schémy, fotografie),
- zvukové pomôcky (magnetofónový pás, film, videozáznam a pod.),
- textové pomôcky – učebnice, učebné texty, atlasy, tabuľky.

Špeciálne učebné pomôcky odrážajú charakter jednotlivých medicínskych predmetov. Sem patria:

- preparáty laboratórnych zvierat,
- pitva ľudského tela (anatómia, patologická anatómia, súdne lekárstvo),
- laboratórne metodiky (chémia mikrobiológia hygiena),
- experimentálne merania (lekárska fyzika, fyziológia, patologická fyziológia),
- špeciálne laboratórne zariadenia používané vo výučbe klinických predmetov.

Používanie didaktických pomôcok vo výučbovom procese zvyšuje efektívnosť výučbového procesu, umožňuje individuálny prístup k študentom, rešpektuje ich odlišnosti, podporuje pamäť. Efektívna výchova a vzdelanie na lekárskech fakultách sa zakladajú predovšetkým na kvalite prípravy vyučovacieho procesu (2).

Jednou z možností zvýšenia efektívnosti výučby sú nové spôsoby konštrukcie a využitia jedného zo základných didaktických prostriedkov – **učebné úlohy**. Ich zaradenie je možné vo všetkých fázach výučby. Spravidla sú zaradené v závere jednotlivých kapitol, kde plnia predovšetkým úlohu kontrolnú. Úlohy sa vzťahujú obyčajne len k časti učiva a vyžadujú, aby študenti riešili jednotlivé úlohy na základe pamäťou vybraných poznatkov alebo jednotlivých operácií. Výhodiskom pre tvorbu učebných úloh je analýza príslušnej témy z rôznych oblastí medicíny. S rozvojom výpočtovej techniky sa do výučbového procesu dostáva čoraz viac technických učebných pomôcok, zhotovených na báze výpočtovej techniky a ich prostredníctvom pedagóg motivuje študenta. Demonštráciou výučbových programov navodzuje pedagóg jednotlivé problémové situácie pri štúdiu rôznych medicínskych problémoch. Prostredníctvom internetu sa študent oboznamuje s najnovšími výsledkami medicínskeho výskumu, liečebných postupov a získava informácie o aktuálnej modernizácii výučbového procesu.

Z hľadiska experimentálnej výučby praktických cvičení z biofyziky sú dôležité faktory pracovného prostredia, pod ktorými sa rozumie sústava faktorov (najčastejšie fyzikálnych, chemických, biologických, fyziologických a psychologických), ktorých výskyt, intenzita pôsobenia a vzájomná interakcia určujú úroveň kvality pracovného prostredia. Tieto faktory komplexne pôsobia na pracovný výkon človeka. Pôsobenie faktorov pracovného prostredia môže byť negatívne (jeden alebo viaceré faktory pôsobia na človeka rušivo až škodlivo – ide o odchýlku intenzity pôsobenia faktorov od optimálnej hodnoty) alebo pozitívne. Koexistencia faktorov môže byť synergická (vzájomné aktívne spolupôsobenie), antagonická (protichodné pôsobenie) alebo potencujúca (faktory sa navzájom dopĺňajú). Kvantifikovať sumárny vplyv jednotlivých faktorov pracovného prostredia na organizmus človeka je pomerne náročná úloha, pretože každý z faktorov má prevažne dynamický charakter so širokou škálou účinkov a vnímanie účinkov je výrazne subjektívnou záležitosťou. O to zložitejšie je potom nájsť matematickú závislosť medzi úrovňou pracovného prostredia ako celku a jeho účinkami na človeka (3). V súčasnosti je komplexné hodnotenie faktorov pracovného prostredia podceňované napriek tomu, že jedine takýto spôsob hodnotenia možno považovať za objektívny, pretože negatívne faktory pôsobia na ľudský organizmus súčasne, čo môže vyvolať synergický efekt a odozva organizmu na parciálne bezproblémové hodnoty faktorov pri ich sumárnom pôsobení môže byť akcelerovaná. Niektoré faktory sú pre život nevyhnutné, preto predstavujú základné životné podmienky. Sú to vhodná teplota, dostatok vzduchu, vody, potravy, primeraný tlak vzduchu a i. Ostatné faktory sú modifikujúce: vyvolávajú rozličné formy interakcií, sú to napr.: podnebie a meteorologické faktory, rozličné formy energie (mechanická, tepelná, elektrická, magnetická a žiarenie) a i. Niektoré faktory sa menia nepozorovateľne, a to i také fyzikálne faktory ako je slnečné žiarenie, teplota, tlak vzduchu, elektromagnetické pole. No napriek tejto svojej relatívnej menlivosti vo

svojom súhrne môžu významne pôsobiť na človeka. Mnohé faktory životného prostredia sa neustále menia, a to rozličnými rýchlosťami. Niektoré sa menia periodicky, ako napr. striedanie dňa a noci, ročných období a i. Týmto zmenám sa živé organizmy musia prispôsobovať. Okrem faktorov prírodného prostredia sú živé organizmy vrátane človeka vystavené aj vplyvom umelého prostredia napr. v kozmických lodiach, a ponorkách. Početné fyzikálne faktory životného prostredia sa vo svetovej verejnej mienke postupne dostávajú do popredia a sú úzko späté s obidvoma vzájomne sa ovplyvňujúcimi zložkami – s prírodným aj umelým prostredím. Fyzikálne faktory, podobne ako chemické, majú pri pôsobení na človeka a jeho životné prostredie svoje kladné aj záporné stránky najmä ak ich intenzita presahuje prípustné hodnoty. Často pôsobia na človeka a na ostatné živé organizmy dokonca zákernejšie ako chemické vplyvy. Príčinou je o. i. to, že ich zmyslovými orgánmi ani nevnímame: necítíme ionizujúce žiarenie, nevidíme ultrafialové lúče, nepočujeme rádiové vlny šíriace sa priestorom. Pritom dôsledky tohto pôsobenia, často zhubného, sa nemusia prejaviť hneď, ale môžu sa objaviť až u neskorších generácií. Pohodu človek pociťuje komplexne. Napriek tomu sa jednotlivé zmysly uplatňujú natoľko špecificky, že sme schopní rozlíšiť akustickú (zvuk, hluk), tepelnú (teplota), zrakovú (farba, svetlo) a inú pohodu. Aby vznikla pohoda, je potrebné, aby sa v prostredí optimálne uplatnili fyzikálne faktory resp. pomery. V priebehu evolúcie živé systémy vždy vstupovali do úzkych závislostí s fyzikálnymi faktormi prostredia. Tak napr. vďaka slnečnému žiareniu rastliny mohli rásť a živočíchy sa pohybovať v priestore, vďaka akustickým kmitom sa mohli živočíchy orientovať. Niekedy sa intenzita fyzikálnych faktorov zvyšovala, no živé systémy boli schopné adaptovať sa týmto výkyvom a zdokonaliť sa až do dnešnej podoby. V súčasnej pretechnizovanej spoločnosti však výrazne vzrastá intenzita mnohých fyzikálnych faktorov, a to do takej miery, až sa ohrozuje existencia organizmov. Mnohé fyzikálne faktory organizmy ani nevnímajú (napr. elektromagnetické rádiové vlny, vysokofrekvenčné žiarenie), pred niektorými (napr. pred hlukom) márne unikajú. Fyzikálne faktory pôsobia na živé organizmy často zákernejšie ako chemické faktory. Ich vplyv na organizmy sa nemusí prejaviť hneď, ale až v neskorších generáciách. A to už býva neskoro.

Každý študent počas praktického cvičenia z biofyziky a lekárskej fyziky si musí pri vyšetrení všímať sprievodné, relatívne konštantné a zdanlivo málo významné mikroklimatické podmienky (teplota miestnosti, atmosferický tlak, relatívnu vlhkosť vzduchu, ročnú a dennú dobu, deň v týždni). Ich sledovanie má význam pri prípadnom opakovaní merania a nevyhnutné dodržanie konštantných podmienok. Jednou z mimoriadne dôležitých úloh na praktických cvičeniach je meranie krvného tlaku. Pri meraní tlaku sledujeme, či do výsledkov merania boli zahrnuté chyby merania, či výsledky sú spracované a interpretované adekvátne, ktorá metóda merania tlaku je výhodnejšia pre pacienta. Rovnako je potrebné brať do úvahy miesto merania, metódu pumpovania vzduchu, systém zaznamenania tlaku (pamäť, tlačiareň, osciloskop).

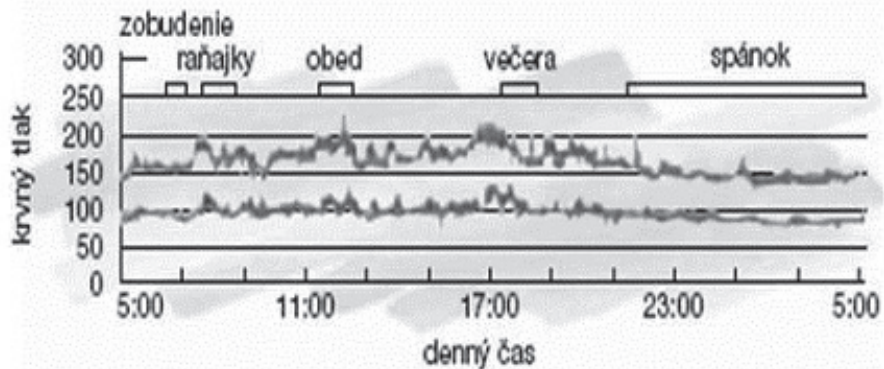
Meranie krvného tlaku

Krvný tlak jedinca z biofyzikálneho hľadiska nepatrí k statickým veličinám. Je to stacionárna veličina, to znamená, že jeho hodnota, superponovaná nad atmosferický tlak, vyjadruje vždy len jeho aktuálny stav v arteriálnom riečisku srdcovocievneho systému v okamihu merania. Odzrkadľuje všetky súčasné interakcie organizmu s vonkajšieho a vnútorného prostredia. Túto skutočnosť treba brať do úvahy aj pri jeho dlhodobom sledovaní, a stanovení manažmentu terapie.

Podľa spôsobu voľby umiestnenia a aplikácie snímača môžeme krvný tlak merať **priamo** v krvnom riečisku (len v klinických podmienkach), alebo **nepriamo**. Väčšina auskultačných nepriamych metód má spoločný fyzikálny princíp, ktorého základom je metóda **Riva-Rocci**. Umožňuje klasicky získať informácie o veľkosti systolického, diastolického a stredného tlaku v arteriálnom riečisku v zmysle Pascalovho zákona. Pri nej sa vytvorením protitlaku na artériu brachialis pomocou gumovej manžety, upevnenej okolo ramena v úrovni srdca (vylúči sa tak vplyv hydrostatického tlaku), na stupnici pripojeného manometra odčíta výška tlaku vzduchu v manžete v okamihu vzniku a zániku zvukového efektu známeho pod pojmom **Korotkovove fenomény** súhlasne s úrovňou systolického a diastolického tlaku. Odpočúvaním (auskultačne) alebo automatickým snímaním (oscilometricky) okamihu objavenia sa a zániku Korotkovových fenoménov možno teda určiť ich približnú hodnotu.

Na rozdiel od auskultačnej metódy merania tlakomer, prístroj, ktorý pracuje na princípe oscilometrickej metódy detekuje všetky oscilácie sprevádzajúce znižovanie pretlaku manžetou v mieste merania analyzuje a definuje najvyšší bod maximálnej oscilácie, ktorý koreluje so strednou hodnotou arteriálneho tlaku. **Oscilácie** začínajú ešte pred bodom systolického tlaku a pokračujú pod bod diastolického tlaku a preto sa tieto hodnoty určujú len nepriamo pomocou empiricky odvodeného algoritmu. Ďalšou výhodou oscilometrickej metódy je skutočnosť, že senzor je menej ovplyvnený vonkajším šumom (4).

Najnovšie je možné využiť **hybridné** tlakomery. Tieto prístroje kombinujú oscilometrickú a auskultačnú metódu merania, a tým preklenujú nevýhody jednotlivých metód pri zachovaní ich pozitívnych vlastností. Prístroj má vo svojom vnútri okrem oscilometrického, aj zvukový senzor a tak je schopný zaznamenávať *Korotkovove zvuky*. Prístroj automaticky uprednostní vhodnejšiu metódu podľa hlasitosti oziev a amplitúdy oscilácií. Niektoré hybridné prístroje merajú a zobrazujú hodnoty krvného tlaku síce elektronicky, ale pritom napodobňujú stupnicu z ortuťových tlakomerov. Algoritmus pre výpočet tlaku je založený na pravidelných osciláciách, preto je pri poruchách srdcového rytmu oscilometrická metóda menej presná a niekedy úplne nepoužiteľná (5).



Obrázok 1 Systolický tlak krvi v artériach pri srdcovej systole a diastolický tlak v artérii pri srdcovej diastole

	Nizký tlak	Normálny krvný tlak	Limitní hodnota	Vysoký krvný tlak
Systolický mmHg	100	135	160	
Diastolický mmHg	60	85	95	

Obrázok 2 Prevzaté z práce „Odborné meranie krvného tlaku“ (6)

Z fyzikálneho hľadiska – indikátory systolického tlaku krvi (sTK) a diastolického tlaku krvi (dTK):

a) pri auskultačnej metóde

- **Korotkovove fenomény** – KF (fáza 1 – fáza 5)
- zvuky, ozvy počuteľné fonendoskopom v istej fáze znižovania tlaku v manžete stláčajúcej artériu
- indikátor sTK – vznik oziev (1 fázy KF)
- indikátor dTK – zánik oziev (5 fázy KF)

b) pri oscilometrickej metóde

- **oscilácie** laterálnej steny stlačenej artérie sú zachytené citlivým detektorom (mikrofónom, tlakovým snímačom) v istej fáze znižovania tlaku v manžete stláčajúcej artériu
- indikátor sTK – objavenie sa oscilácií
- indikátor dTK – vymiznutie oscilácií
- oscilácie sa zhodujú s Korotkovovými fenoménmi

Etické problémy súvisiace s meraním tlaku pacienta možno rozdeliť na čiastkové:

- etika vlastnej starostlivosti o zdravie
- problematika vzťahu pacient – lekár (zdravotník)
- podmienky merania tlaku
- prostredie ordinácie, kliniky, lekárne – výskyt „efekt bieleho pláštá“
- domáce podmienky – odporúčanie WHO – upresniť podmienky a možné výhody – zvýšenie počtu meraní – presnejší obraz o nameraných hodnotách (7).

Vo väčšine existujúcich odporúčaní WHO si meranie krvného tlaku samotným pacientom našlo svoje miesto aj v domácich podmienkach. Výsledok tohto postupu nazvali domáci krvný tlak. Predstavuje doplnok ku konvenčne meranému krvnému tlaku v nemocničnom zariadení (nazývaný ako tzv. office blood pressure) a 24-hodinovému ambulantnému meraniu krvného tlaku (ambulatory blood pressure monitoring). Vďaka mimoriadnemu pokroku v rozvoji technológií v poslednom období sa dnes tento spôsob merania a kontroly krvného tlaku samotným pacientom považuje za veľmi užitočný. Má niekoľko výhodných vlastností: počet meraní krvného tlaku možno podstatne zvýšiť, pravdepodobne nie je prítomný rozdiel medzi pozorovateľmi (nazývaný aj ako tzv. observes bias), zistila sa dobrá korelácia medzi takto získanou hodnotou krvného tlaku a poškodením cieľového orgánu pri hypertenzii. Meranie krvného tlaku v pracovných a domácich podmienkach poskytujú možnosti správne hodnotiť zistené opakované zvýšené hodnoty krvného tlaku v ambulancii. Meranie krvného tlaku samotným pacientom tak umožňuje reálnejšie hodnotenie „pokojuvého“ krvného tlaku.

Z etického hľadiska možné **riziká pri meraní tlaku**:

- určenie základných otázok v oblasti výberu meracej techniky
- interpretácia výsledkov merania
- možné chyby prístrojovej techniky použitej pri meraní
- pravidelná kontrola prístroja (vrátane kalibrácie)

Voľba vhodného prístroja na meranie tlaku. Pri voľbe prístroja na meranie tlaku je potrebné brať do úvahy **kritéria**:

- **metóda merania** – nepriama (klasická metóda Riva-Rocci, oscilometrická)
- **miesto merania** (na ruke, na zápästí, na prste)
- **metóda pumpovania vzduchu** (poloautomatická, plne automatická)
- **pamäť a tlačiareň** (možnosť porovnať predchádzajúce namerané hodnoty).

V posledných rokoch početnosť (výskyt) kardiovaskulárnych ochorení, ku ktorým patrí aj hypertenzia značne vzrástol. Podľa údajov WHO (World Health Organization) v 50 krajinách, v ktorých sú k dispozícii štatistické údaje zapríčinili 37% všetkých úmrtí (3). Krvný tlak patrí k najdôležitejším ukazovateľom

funkčného stavu srdcovocievneho systému, preto jeho meranie patrí k dôležitým úlohám na praktických cvičeniach z biofyziky. Preto v spolupráci s ústavom telovýchovného lekárstva patria úlohy zaťaženia kardiovaskulárneho systému medzi mimoriadne dôležité vyšetrenia študentov. Pri bežnej telesnej činnosti sledovania študentov hodnotíme z fyzikálneho pohľadu zastúpenie: dynamickej (pozitívna a negatívna) a statickej práce, ktorú študent vykonáva. Spoločným ukazovateľom je jeho metabolická aktivita. Pre laboratórne funkčné zaťaženie, slúžiace diagnostike, možno vybrať cielene takú formu svalovej činnosti, pri ktorej niektorý druh práce prevláda. Je snaha, aby prevládala pozitívna práca, keď výkon môže spoľahlivo vyjadriť pomocou fyzikálnych jednotiek (vo wattoch). Pri telesnom zaťažení nerozlišujeme však iba jej druh, ale aj intenzitu, s ktorou sa práca vykonáva. Objektívne hodnotíme rozhodujúce charakteristiky kvalitatívnych a kvantitatívnych ukazovateľov (parametrov) funkčného rozboru ucelených orgánových systémov. Objektom funkčného vyšetrenia sú zvyčajne analyzátory, pohybový, obehový a dýchací systém, látková premena, nervovo-svalová koordinácia a pod. Súčasne sa registrujú a posudzujú mikroklimatické podmienky v súlade s cirkadiánnym biologickým rytmom. Dôležité sú záťažové testy (ZT), ktoré sa stali integrálnou súčasťou sledovania obehového a dýchacieho systému v priebehu fyzickej aktivity študentov. Záťažové testy poskytujú informáciu o telesnej výkonnosti, o reakcii organizmu na záťaž a umožňujú odhaliť patologické zmeny, ktoré sú pri telesnom pokoji latentné.

Pri záťažovom teste môžeme použiť **tri formy svalovej záťaže**: izometrickú, izotonickú alebo rezistovanú.

Izometrická záťaž sa realizuje svalovou kontrakciou, pri ktorej sa dĺžka svalu nemení (napr. handgrip). Táto forma zaťaženia predstavuje pre ľavú komoru väčšiu tlakovú záťaž. Minútový objem pri nej stúpa menej ako pri práci izotonickej. Izometrickú záťaž možno využiť pri detekcii hypertenzie.

Izotonická záťaž je daná svalovou kontrakciou, pri ktorej sa vykoná pohyb. Pre ľavú komoru predstavuje najmä objemové zaťaženie. Kardiovaskulárna odpoveď pri izotonickej záťaži je úmerná intenzite záťaže, a preto sa táto forma používa pri záťažových testoch najčastejšie.

Rezistovaná záťaž je kombináciou izotonickej a izometrickej záťaže (napr. vzpieranie).

Podľa výšky aplikovanej záťaže rozoznávame záťaž:

Maximálnu – vyšetřovaná osoba pri nej dosahuje maximálnu frekvenciu srdca a strop v spotrebe kyslíka (t. j. napriek zvyšovaniu záťaže spotreba kyslíka ďalej nestúpa). Maximálnu záťaž aplikujeme tam, kde sa chceme záťažovým testom informovať o prítomnosti ischémie a tiež pri vyšetření zdravých osôb.

Submaximálnu – vyšetřovaná osoba dosahuje 70 – 85% maximálnej frekvencie

srdca. Submaximálne testy využívame u pacientov po infarkte myokardu a pri vyšetrení starých osôb.

Supramaximálnu, pri ktorej sa prekročí hodnota maximálnej frekvencie srdca pre daný vek (napr. pri špičkových výkonoch športovcov). Táto forma záťaže sa v kardiologickej praxi nepoužíva.

Inframaximálnu – najvyššia záťaž, ktorú vyšetovaná osoba toleruje počas 20 minút za podmienok rovnovážnej ventilácie.

Symptómami limitovaný záťažový test označuje najvyššiu tolerovanú záťaž, pri ktorej vyšetovaná osoba vyšetrenie prerušila pre prítomnosť indikácií prerušenia záťaže (napr. stenokardie, dýchavica a pod.)

Spôsob záťaže

Existujú štyri základné spôsoby dávkovania záťaže:

Jednostupňová záťaž – vyšetovaný je zaťažený na jednom záťažovom stupni. Výška záťaže je individuálna a závisí od veku, pohlavia i hmotnosti. Príkladom takejto formy záťaže je schodíkový test.

Viacstupňová záťaž s prestávkami – medzi jednotlivé, postupne sa zvyšujúce záťažové stupne s trvaním 4 minút sa vsúvajú niekoľkominútové prestávky, ktoré umožnia pacientovi odpočinúť si. Test je časovo náročný, nie je preto vhodný pre rutinné vyšetrenie v praxi.

Kontinuálne zvyšovanie záťaže – záťaž sa zvyšuje v krátkych (30 sekundových, resp. minútových) intervaloch, čo umožňuje rýchle dosiahnutie žiadanej submaximálnej, resp. maximálnej frekvencie srdca. Tento spôsob zvyšovania nie je vhodný pri spiroergometrickom vyšetrení, lebo krátke trvanie jednotlivých záťažových stupňov neumožňuje dosiahnutie rovnovážneho stavu.

Viacstupňová, schodovito sa zvyšujúca záťaž bez prestávok

Jednotlivé záťažové stupne trvajú 4 minúty a nadväzujú na seba bez prestávok. Táto forma zaťaženie sa používa najčastejšie a odporúčame ju pre rutinnú prax. Spôsob aplikácie viacstupňovej záťaže pri schodíkovom teste, bicyklovom ergometri a na behadle.

Druhy záťažových testov:

Schodík: pre svoju nízku reprodukovateľnosť a ťažkosti pri vyjadrení výšky záťaže je vhodný iba na orientačné vyšetrenie, a tam, kde nie je k dispozícii bicyklový ergometer alebo behadlo. Výšku záťaže pri výstupe na schodík možno vypočítať podľa vzorca

$$W = 9,81 \frac{gh}{t}$$

kde:

W – je výška výkonu vo wattoch,
g – je hmotnosť pacienta v kg,
h – je výška schodíka v metroch,
t – je čas v sekundách určený na výstup na schodík.

Ruffierov test

Predstavuje funkčnú skúšku zameranú na screeningovú diagnostiku úrovne funkčnosti krvného obehu zdravého jedinca (adolescenta). Využíva na to štandardizované dynamické pohybové zaťaženie vlastnou telesnou hmotnosťou, prostredníctvom definovateľne uskutočnených hlbokých drepov v rytme metronómu. Kritériom tohto testu pohybovej výkonnosti, diagnostikujúceho odozvu obehového systému na pohybové zaťaženie **submaximálnej intenzity** (v závislosti od úrovne adaptability na vlastnú telesnú hmotnosť), sú hodnoty pokojovej pulzovej frekvencie pred zaťažením. V nadväznosti na štandardizované pohybové zaťaženie a ich návratov v určitom časovom limite. (8)

Bicyklová ergometria

Cieľom kardiovaskulárneho záťažového testu je vyvolať záťažový stav alebo simulovať záťaž organizmu. V súlade s technickými parametrami stanoviť a analyzovať biosignály v pokojových a záťažových podmienkach, vrátane ich korelácie. Dynamická záťaž sa najčastejšie realizuje pomocou **bicyklového ergometra** (alebo bežiaceho pásu) formou viac stupňovej záťaže. Jednotlivé záťažové stupne vychádzajú z výpočtu záťaže úmernej hmotnosti vyšetřovaného, prípadne aktívnej telesnej hmotnosti (po odrátaní% podielu tuku). Medzi jednotlivé stupne záťaže sa zvyčajne vkladá prestávka, ktorá umožní vyšetřovanému čiastočne nahradiť kyslíkový dlh i odpočinúť si. Pri vyšetřovaní pacientov sa využíva neprerušovaná záťaž. Súčasne sa uskutočňuje neinvazívnym spôsobom obraz o funkčnom stave špecifického vodivého systému myokardu a pracovného cyklu myokardu, predsiení i komôr snímaním EKG (elektrokardiogram). Senzibilita vyšetření EKG sa môže zvýšiť aplikáciou podnetov (napr. farmakologických), ktoré kladú nároky na myokard. Organizmus sa zaťažuje tak, aby laboratórna záťaž čo najviac imitovala dennú fyzickú činnosť. Informácie o dynamike zmien krvného tlaku pred, v priebehu a po skončení laboratórnej záťaže získame využitím lekárskeho teplomeru. Z ďalšieho nevyhnutného prístrojového vybavenia je ešte spiromertické zariadenie, ďalej defibrilátor pre synchronizovanú aj nesynchronizovanú defibriláciu, resuscitáčný súbor, zariadenie pre sledovanie mikroklimatických podmienok a mikropočítačový systém. Ak nie je možné kontinuálne snímanie spirometrických ukazovateľov, prevádza sa to vyšetřenie pred a po skončení záťaže pomocou spirometrov otvoreného alebo uzavretého systému.

Bicyklový ergometer zaťažuje prevažne dolné končatiny. Únava svalstva dolných končatín môže byť preto príčinou ukončenia vyšetrenia skôr, ako pacient dosiahne limit kardiopulmonálnej výkonnosti. Bicyklový ergometer umožňuje vyšetrenie v sede aj v ľahu. Pre bežnú prax sa odporúča vyšetrenie v sede (únava svalstva dolných končatín sa objavuje neskôr). Vyšetrenie v ľahu sa používa zriedkavejšie (napríklad pri súčasnom katetizačnom sledovaní hemodynamických ukazovateľov).

Kľukový (rumpálový) ergometer sa v bežnej praxi používa zriedkavo. Jeho výhodou je, že imituje bežnú dennú činnosť a zamestnáva veľký počet svalov. Výhodný je pri vyšetrení pacientov s ischemickou chorobou dolných končatín. Jeho nevýhodou sú ťažkosti pri získaní kvalitného EKG záznamu (rušenie záznamu pohybom a svalovým tremorom).

Elektrické brzdné spirometre

Elektrické brzdné spirometre využívajú zvyčajne na brzdenie vírivé prúdy. Technickou požiadavkou na zariadenie je, aby udržal v rozsahu 20 až 350 W 3% presnosť záťaže. Výkon vyšetruvaného na ergometri závisí od Bremien brzdy a frekvencie otáčok. Moderné prístroje pri zmene frekvencie otáčok menia aj bremeno brzdy, čím udržiavajú potrebnú výšku výkonu na konštantnej hodnote, tzn. pri zmene frekvencie otáčok výkon zostáva nezmenený. Dosiahnutý maximálny výkon vyjadrený vo wattoch sa hodnotí vo vzťahu k ostatným funkčným ukazovateľom, ktorými sú hodnota systolického a diastolického tlaku krvi, pulzová frekvencia, systolický a minútový objem srdca, minútová ventilácia, ventilačný ekvivalent, kyslíková spotreba, pulzový kyslík, respiračný kvocient atď.

Biologický výkon, na rozdiel od fyzikálneho, je podmienený mnohými faktormi, či už vnútornými alebo vonkajšími. K najdôležitejším technickým faktorom patria technické parametre použitého prístroja. K biologickým a vonkajším fyzikálnym faktorom patria: pohlavie, vek, teplota prostredia, klimatické podmienky, čas dňa, momentálna dispozícia vyšetruvaného a pod.

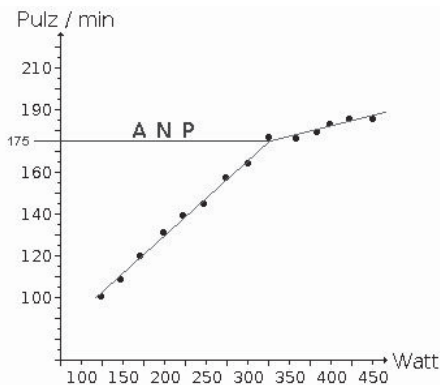
Behadlo (treadmill) je výhodnejšie z hľadiska zaťaženia väčšej skupiny svalov, a preto, lebo viac imituje bežnú dennú činnosť (chôdza, beh). Jeho nevýhodou v porovnaní s bicyklovým ergometrom je vyššia cena a väčšie nároky na laboratórny priestor. Vzhľadom na väčší svalový tremor vyžaduje kvalitnejšiu registračnú EKG techniku. Pohyb na páse vyžaduje určitý nácvik a najmä u starších pacientov spôsobuje ťažkosti. Možnosť závratov a pádu z pohybujúceho sa pásu limituje jeho použitie v staršom veku.

Bežiaci pás (treadmill) je výhodný pre testovanie športovcov, u ktorých je hlavnou charakteristikou bežecká aktivita (športové hry, atletika, lyžovanie). Záťaž sa upravuje zmenou rýchlosti pohybu pásu a zmenou sklonu pásu. Zaťaženie na páse vyžaduje nacvičenie techniky pohybu, používa sa najviac u zdravých osôb,

ale možno ho použiť napr. v angiológii na určovanie klaudikačnej vzdialenosti u pacientov s periférnymi cievnyimi ochoreniami. Rýchlosť pásu býva bežne do 20 km/h, u špeciálnych atletických pásov viac ako 30 km/h.

Základný funkčný test pre cyklistov

Pre cyklistu je najvhodnejšie absolvovať akýkoľvek test na cyklo trenažéri, s vlastným bicyklom, nastavením posedu a frekvenciou šliapania na akú je zvyknutý! Test môžeme absolvovať aj na stacionárnom bicykli. Pre objektivnosť ďalších testov sa však pri každom teste snažme dodržať aspoň približne rovnaké podmienky. Dôležitý test je nazvaný aj Conconiho test. Predchádza mu rozcvičenie a zahriatie na nízkej pulzovej frekvencii. Skúsenejší si vedia presne stanoviť wattový výkon aj dĺžku zahriatia, tak aby dostali telo do optimálnych podmienok. Začiatočníci minimálne 5 až 10 minút pričom intenzitu zvolia tak aby bolo dýchanie voľné a rozprávať môžu kedykoľvek a bez problémov. Test sa začína v závislosti od výkonnosti pri 100W až 150 wattoch. Každých 30 sekúnd pridávame zaťaženie 15W a pokračujeme až do maximálneho úsilia, ktoré by sme mali dosiahnuť okolo ôsmej až dvanástej minúty. Kratší ani dlhší test sa neodporúča a je potrebné korigovať začiatočný wattový výkon. Pridávanie 15W každých 30 sekúnd je orientačné a je možné pridať po dlhšom časovom úseku 20 alebo 30 wattov. Športovec sa však plynulejšie dokáže prispôsobiť záťažovému pásmu pri postupnom pridávaní menšej záťaže než nárazovo vyššej. Výsledkom testu je graf – získavame z neho tzv. deflekčný bod (ANP – anaeróbny prah) a maximálny výkon. Anaeróbny prah je v grafe miesto kde pulzová frekvencia začína narastať pomalšie než pridávaná záťaž. Zlom je tým výraznejší čím viac je športovec trénovaný. Tieto údaje sú veľmi hodnotné pri skladbe tréningového plánu.



Obrázok 3. Výsledok Conconiho testu – pomer pulzu a výkonu vo wattoch (prevzaté <http://trenujeme.sk>). Zobrazenie tzv. deflekčného bodu (ANP – anaeróbny prah) pri maximálnom výkone záťaži športovca. Anaeróbny prah je v grafe miesto kde pulzová frekvencia začína narastať pomalšie než pridávaná záťaž.

Výsledky

Z nameraných hodnôt fyzikálnych veličín (krvný tlak, vplyv gravitácie na krvný tlak, teplota, vlhkosť, záťažové testy organizmu) študenti vypracujú protokoly, ktoré majú presne definovanú štruktúru, vrátane numerického, štatistického a grafického hodnotenia, diskusie a záveru. Pri každej úlohe je dôležitou podmienkou sledovanie mikroklimatických faktorov vplývajúcich na výsledky merania. V protokole vyhodnotia svoje namerané veličiny a porovnajú so štandardnými hodnotami uvedenými v odbornej medicínskej literatúre. Pri záverečnom hodnotení uvádzajú možné ovplyvnenie nameraných hodnôt výskytom ochorení ako astmatické ochorenia, diabetes melitus a pod.

Záver

Efektívna výchova a vzdelanie na lekárske fakultách sa zakladajú predovšetkým na kvalite vyučovacieho procesu. S tým súvisí modernizácia didaktických pomôcok, ktorá predstavuje dynamický a otvorený systém. Pri tvorbe učebných pomôcok musí byť kooperácia programov výučby s použitím najnovšej výpočtovej techniky a multimedialných systémov. Cvičenia z biofyziky a lekárskej biofyziky predstavujú interdisciplinárnu časť rôznych ďalších odborov fyziológie, vnútorného lekárstva, športového lekárstva a pod. Študent medicíny v teoretickej aj praktickej časti výučby biofyziky a lekárskej fyziky sa má naučiť chápať, analyzovať a hodnotiť vzťahy medzi človekom a jeho klimatickými podmienkami v ktorých žije, na základe vplyvu fyzikálnych faktorov prostredia. Pri každom fyzikálnom vyšetrení, teda aj pri meraní tlaku, ako aj záťažových testoch je nutné všimnúť si sprievodné, teda významné mikroklimatické podmienky (teplota miestnosti, atmosférický tlak, relatívnu vlhkosť vzduchu, ročnú a dennú dobu, deň v týždni). Ich sledovanie má význam pri prípadnom opakovaní merania a nevyhnutné dodržanie konštantných podmienok.

Mimoriadny rozmach vedeckých poznatkov, ako aj technológií a ich ponuky dáva študentom medicíny nepredstaviteľné možnosti, ale aj nutnosť zorientovať sa v nových informáciách na poli medicíny. Vedecko-technický rozvoj v súčasnosti núti aj študentov medicíny v priebehu štúdia zamýšľať sa z aspektu etiky a etického hodnotenia nad jednotlivými možnosťami využitia nových progresívnych technológií v medicíne.

Príspevok je súčasťou riešenia GP KEGA MŠVVaŠ SR 003UK-4/2016.

Literatúra

Holomáňová, A., Ferencová, E., Kukurová, E. (2000). Didaktické prostriedky vo výučbe na LFUK. In.: Ed. Kukurová, E., Traubner, P., Bernadič, M.: Profesionalita & Progres & Podpora zdravia. *Fragment z dejín UK*. Bratislava: E&J s. r. o 2000. s. 43-46.

- Ferencová, E., Kukurová, E. (2004). Význam uchovania didaktických pomôcok. *Naša univerzita*. Jún 2004. č.10, s. 10.
- Sablik, J. (2008). *Ergonómia*. Bratislava: SVŠT v Bratislave, 2008. 213 s. ISBN 80-227-0299-4.
- Stewart, M. J., Gough, K., Padfield, P. L. (1995). *The accuracy of automated blood pressure measuring devices in patients with controlled atrial fibrillation*. *J Hypertens* 1995, 13: 297-300.
- Kukurová, E., Ferencová, E., Weis, M., Zifčáková, K., Balázsová, Z. (2009). Kedy možno považovať meranie krvného tlaku dospelého jedinca ortuťovými alebo digitálnymi tlakomermi za rovnako spoľahlivé. *Revue medicínskej praxi*, 2009, roč. 7, číslo 3, s. 1-2.
- Šimon, P., Matejka, P. (2005). Odborné informácie pre meranie krvného tlaku. *Týždeň srdca v lekárni*. Dostupné na: www.zdravcentra.cz/cps/rde/xbcr/zcsk/6_Peter_MeranieTK.ppt
- Dukát, A. (2004). Meranie krvného tlaku samotným pacientom v domácich podmienkach. *Cardiol*, 2004; 13(3):136-141.
- Kukurová, E., Kráľová, E. (2004). *Lekárske fyzika a biofyzika pre medicínsku prax*. Bratislava: Univerzita Komenského, 2004. 263 s. ISBN 80-223-1824-8. <http://trenujeme.sk/>
- O'Brien, E. (2001). Validation up-date. *Blood Pres Monit*, 2001, 6: 275-280.

Elena Ferencová, Eva Kráľová

*Ústav lekárskej fyziky, biofyziky, informatiky a telemedicíny,
Lekárska fakulta, Univerzita Komenského, Bratislava, Slovenská republika*

elena.ferencova@fmed.uniba.sk

K didaktickej rekonštrukcii budovania predstáv žiakov o časticovej stavbe látok

Úvod

Uplynulo čosi viac ako 200 rokov od publikovania Avogadrovej predstavy o stavbe plyných látok. Neprijatie týchto predstáv súčasníkmi oddialilo o 50 rokov presadenie sa „atómových“ predstáv v chémii. Hlavným dôvodom tohto stavu je pravdepodobne absencia priamych dôkazov, známe sú len dôsledky a nepriame demonštrácie. Väčšina z demonštrácií, ktoré sú k dispozícii na internete, sú len zviditeľnením verbálnej formulácie tejto hypotézy alebo „ex post facto“ uvažovaním o dôsledkoch prijatia Avogadrovej hypotézy.

Fundamentálnym problémom chemického vzdelávania je vytvorenie myšlienkových spojov makro a mikrosвета v uvažovaní žiaka či študenta. Tento problém sa týka rovnako tradičných tém (chemická väzba, periodický zákon, kinetika chemických reakcií, pohyb iónov) ako aj perspektívnych tém, ako sú napríklad nanotechnológie.

Pritom práve príklad historického osudu a metodologického pozadia Avogadrovej hypotézy môže byť užitočný a prístupný pre žiakov nižšieho sekundárneho vzdelávania a podľa našich skúseností aj pre vysokoškolských študentov.

V príspevku sa konkretizujú ťažkosti prijatia novej myšlienky vo vede. Tak ako ich vidia historici a filozofi vedy. Prikláňame sa k názoru, že ťažkosti, ktoré sprevádzali prijatie Avogadrových predstáv môžu mať principiálne súvislosti so spôsobom dokazovania vedeckej pravdy. V tomto príklade sa ukazuje ako užitočné nepridržať sa predstáv pozitivistov o verifikácii poznania, ale prijať Popperove argumenty v prospech falzifikácie vedeckých teórií. Vyvinuli sme jednoduché didaktické postupy (pokusy) ako tieto zložité metodologické riešenia priblížiť študentom. Celá situácia približuje študentov k úvahám, ktoré zažili renomovaní vedci v oblasti chémie pred asi dvesto rokmi. Študenti sa dostávajú do kognitívneho konfliktu a sú motivovaní k tvorivej práci.

Cieľom práce je pripraviť podklady pre didaktickú rekonštrukciu problematiky okolo Avogadrovej hypotézy z didaktického, odborného, historického, metodologického a filozofického hľadiska. Načrtnúť problémy s akceptovaním, ale aj súčasným didaktickým využitím Avogadrovej geniálnej myšlienky pre chemické vzdelávanie, a to na úrovni nižšieho sekundárneho, ale aj vysokoškolského vzdelávania.

V našej predchádzajúcej práci (Held, 2014) sme sa snažili poukázať na možnosť vytvorenia induktívneho postupu budovania predstáv žiakov o časticovej stavbe

látok. V sérii v súčasnosti netradičných ale pritom didakticky schodných aktivít, sme sa dostali k problému primeranej demonštrácie Avogadrovej hypotézy ako dôležitému kritickému momentu budovania žiackych predstáv o stavbe látok. Našli sme príklad (pokus), ako zviditeľniť jednoduchosť a genialitu Avogadrovej dobovej predstavy. V uvedenej štúdiu sme si prezentovaný pokus nedovolili nazvať ani demonštráciou ani dôkazom, hovorili sme len o indíciách. Neskôr sa ukázalo, ako to je vysvetlené v ďalšej štúdiu (Held, 2016) a na tomto mieste opäť čiastočne zhrnuté, že ide o komplexnejší problém súvisiaci so samotnou vedeckou metodológiou.

Vo viacerých štúdiách sme sa pokúsili ukázať ako „historické“ alebo skôr fundamentálne poznatky, ktoré zohrali mimoriadne dôležitú úlohu v rozvoji chemickej vedy, boli súčasťou starších učebníc chémie na rozdiel od novších alebo súčasných, kde uvedená problematika úplne absentuje (Held, 2015). Ide napríklad o Daltonove figurálne označovanie prvkov, resp. atómov prvkov, súvislosti Wöhlerovho objavu močoviny ako syntetickej organickej látky alebo dôležité metodologické momenty a samotné metódy ako Cronstedtova dýchavková analýza, Hoffmanov elektrolyzér, alebo Liebigova elementárna (prvková) analýza.

K načrtnutej historickej problematike môžeme dnes pridať relevantné historické pomôcky a aparatúry Avogadrovej doby. Výskumy tzv. pneumatickej chémie viedli k mnohým objavom. Napríklad Lavoisierove pokusy ku kyslíkovej teórii horenia. Stanovenia hustoty plyných prvkov spolu s uplatnením Avogadrovej predstavy viedli k spresneniu atómových váh, ktoré dnes nazývame relatívne atómové a molekulové hmotnosti.

Dobové pomôcky, s ktorými sa realizovali zásadné experimenty a merania sú pomerne jednoduché a zrozumiteľné a preto vidíme potenciál ich využitia aj v počítačom prirodovednom (chemickom) vzdelávaní. Na určovanie hustoty plynov (a teda aj atómovej, prípadne molekulovej váhy) sa na začiatku 19. storočia používala sklenená nádoba, z ktorej sa dal plyn evakuovať. Háčik priskrutkovaný k ventilu slúži na zavesenie na rameno analytických váh. Modifikácia tohto zariadenia, ktorú máme v zbierkach našej univerzity je uspošobená tak, aby sa dala postaviť na miskú analytických váh.

Empirické chemické zákony, ktoré stáli v počiatkoch atómovo-molekulovej teórie sa dnes spomínajú v učebniciach veľmi stručne ako povinná figúra, ktorá nemá praktický význam, alebo sa berie ako samozrejmosť. Dokonca niektoré vysokoškolské učebnice taký významný okamih vývoja chemickej vedy ako je Avogadrov zákon vôbec nekomentujú (napríklad československá učebnica pre prirodovedecké a pedagogické fakulty Žúrková, 1985).



Obrázok 01 Aparatúra na klasické stanovenie molekulovej váhy. Na ľavej strane sa nachádza typická aparatúra z 19. storočia určená na stanovenie hustoty plynov pochádzajúca z Jansen Thomas Apparatus Collection (Oesper Collections), University of Cincinnati, 2015. Na pravej strane je podobná aparatúra zo zbierky autora state.

Problémy akceptovania Avogadrovej hypotézy

Osud Avogadrovej hypotézy je veľmi zaujímavý moment vo vývoji chemickej vedy. Zo všeobecne dostupných zdrojov je známe, že Avogadro v roku 1811 (Avogadro, 1811) publikoval svoju originálnu predstavu o plynnej látke v snahe vysvetliť Gay-Lussacove zistenia o objemových pomeroch pri reakciách plynných látok, ktoré navzájom k sebe ako aj k svojim plynným produktom tvorili pomery malých celých čísel. Podľa Avogadrových predstáv to musí mať súvislosť s atómovými predstavami, ktoré pár rokov predtým publikoval Dalton.

Aby sa dali objemové pomery pri chemických reakciách vysvetliť a ďalej zužitkovať, bolo potrebné vytvoriť ďalšie pomocné pojmy a súvislosti. Tým novým pojmom bola tzv. integrálna molekula. Avogadro nevedel z koľkých atómov sa molekula skladá pri plynných látkach (prvkoch). Z reakčných pomerov sa však dal určiť ich najmenší možný počet, samozrejme za predpokladu, ktorý poznáme pod názvom Avogadrova hypotéza (alebo aj Avogadrov zákon). Táto myšlienka spájala makroskopický a mikroskopický pohľad na chemické

zákonitosti. Tvrdila totiž veľmi zvláštnu vec: *Rovnaké objemy plynných látok za rovnakých podmienok obsahujú rovnaký počet molekúl*. Tu sú sústredené dve predstavy, a to o integrálnych molekulách a akomsi univerzálnom správaní sa častíc plynnej látky. Tento moment, ako predpokladal Avogadro, je spôsobený veľkou vzájomnou vzdialenosťou integrálnych molekúl alebo základných častíc, ako spresňujeme dnes. Vzdialenosť je taká veľká, že veľkosť samotných molekúl plynu je z fyzikálneho hľadiska zanedbateľná. To, že objem akejkoľvek plynnej látky (za rovnakých podmienok) je konštantný, aj keď hmotnosť tohto objemu (hustota) je odlišná, má zásadný fyzikálny zmysel.

V citovanej štúdií z roku 1811 Avogadro použil uvedené myšlienky na spresnenie určenia relatívnych atómových hmotností. Relatívnu atómovú hmotnosť kyslíka bolo možné zistiť ako pomer hustoty kyslíka a štandardu (teda hustoty vodíka). To viedlo k zásadne inej hodnote relatívnej atómovej hmotnosti kyslíka, ako sa dovtedy predpokladalo. Dnes vieme, že tento geniálny krok bol sprevádzaný aj šťastím. V skutočnosti Avogadro porovnával molekulové hmotnosti a nie atómové. Šťastie bolo v tom, že obe molekuly sa neskôr ukázali ako dvojátómové. Keby namiesto kyslíka bola atmosféra tvorená prevažne ozónom, alebo by sa základ použilo hélium, všetko by sa skomplikovalo.

Dnes, samozrejme, keď máme sformulovanú stavovú rovnicu a dosť dobre „spočítanú“ Avogadrovu konštantu, vieme dať do súvislosti makroskopické údaje (hustotu plynu) s mikroskopickými (počet častíc v 1 móle častíc). Študenti sú potom už len odkázaní na lepšie či horšie zvládnutie algoritmických výpočtov.

Zaujímavé však by bolo vedieť to, aký konkrétny podnet oslovil Avogadra, že vyslovil svoje tézy, ktoré dnes považujeme nielen za pravdivé, ale povýšili sme ich na prírodný zákon. Ako je možné vysloviť geniálnu myšlienku, ktorá sa neskôr stane zákonom. Bola to len špekulácia? Mohol mať jej autor ešte nejaké ďalšie empirické indície? O tomto momente sa veľa nedozvieme ani z rozsiahlej životopisnej práce (Morselli, 1984).

Na rozdiel od periodického zákona, kde Mendelejev objav predchádzalo viacero pokusov o riešenie zo strany mnohých chemikov, Avogadrov zákon čakal na svoje akceptovanie veľmi dlhé obdobie. Je všeobecne známe, že komunitou chemikov bola táto slávna hypotéza akceptovaná až takmer 50 rokov po jej publikovaní – v roku 1860 na chemickom kongrese, kde predniesol svoj príspevok Stanislao Cannizzaro s názvom *Náčrt kurzu chemickej filozofie*, predtým publikovaný v roku 1858 (Cannizzaro, 1911).

Avogadrova hypotéza a metodologické problémy

Opísané historické okolnosti odmietania a konečného prijatia Avogadrovej hypotézy signalizujú metodologické problémy. Nie je veľa autorov, ktorí sa štúdiu uvedenej problematiky venujú. V porovnaní s informačnou explóziou chemických

publikácií informujúcich o nových zlúčeninách, nových vlastnostiach a správaní sa látok, je literárna produkcia venujúca sa problematike vzniku a charakteru tejto výnimočnej myšlienky takmer zanedbateľná a pravdepodobne nepresahuje niekoľko desiatok prác. Sme presvedčení, že náš zoznam literatúry obsahuje väčšinu podstatných vedeckých prác. Tie smerujú do histórie, epistemológie, logiky a filozofie, možno až sociológie. Pokúsme sa pozrieť na argumentáciu niektorých z nich.

Životopisné a historické štúdie pripisujú prvotný neúspech Avogadrovej hypotézy rozličným „sociologickým“ momentom:

K. J. Leidner (1993) hovorí najmä o slabej francúzštine a množstve nepodstatných detailov v jeho najdôležitejšej publikácii. Veľa internetových zdrojov replikuje uvedené informácie.

J. H. Brooke (1981) vo svojej filozofickej prípadovej štúdií k tomu pridáva nasledovné: Avogadro bol geograficky izolovaný mimo centier vedy, nerád cestoval a neudržiaval súkromnú vedeckú korešpondenciu. Mal reputáciu nezrozumiteľného teoretika a podozrivého experimentátora. Jeho výskumný program bol orientovaný na redukciu chémie na pôsobenie fyzikálnych síl. Jeho teoretické uvažovanie bolo neprístupné a bolo mimo hlavné prúdy v chémii. Niektoré smery, o ktoré sa vo svojich úvahách Avogadro opieral, sa zrútili. Napríklad Berthollet-Laplaceova teória. Závažné problémy v porozumení jeho ideí vznikli aj vďaka tomu, že sa pokúšal spojiť atómovú chemickú teóriu s fyzikálnymi molekulovými predstavami. Jeho molekula bola považovaná za predstavu ad hoc, ktorá mala vyriešiť rovnaké objemy plyných látok pri chemických reakciách. Jeho práca nebola systematická, zámerom nebolo určiť atómové váhy. Rozšírenie jeho hypotézy na tuhé látky bolo nepravdepodobné, hypotéza mala teda obmedzenú aplikáciu. Pre Berzelia to bolo príliš jednoduché a navyše to nekorešpondovalo s jeho elektrochemickými predstavami. Nebolo preto predstaviteľné, aby sa dva alebo viac rovnakých atómov viazalo za vzniku molekuly. Aj podľa neskorších analýz Avogadrova hypotéza nebola verifikovateľná. Až do prác Clausiusa a Maxwella nebola hypotéza dedukovateľná z fyzikálnej teórie. V tridsiatych a štyridsiatych rokoch devätnásteho storočia, keď sa riešil problém dualistickej predstavy o vzniku anorganických a organických látok nebolo možné si predstaviť, aby Avogadrova hypotéza (resp. opravené atómové váhy) zničila dovtedy konzistentné predstavy.

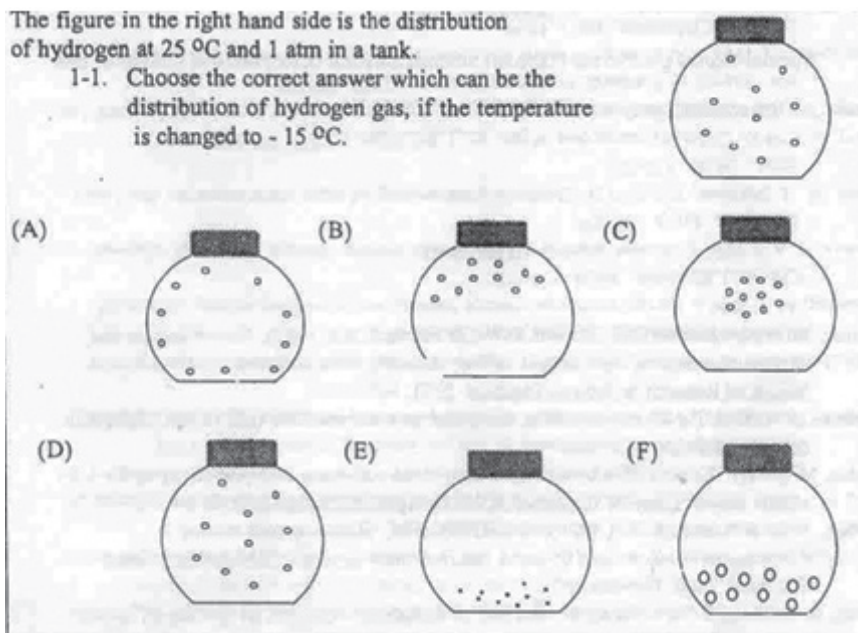
Je to vôbec možné, že by takéto dôvody rozhodovali o presadení sa vedeckej myšlienky?

T.S. Kuhn ukazuje, že je to temer štandardná situácia. Z pohľadu teórie vedeckých revolúcií to nie je nič neobvyklé. Nová vedecká paradigma, ktorá mení nazeranie na prírodné javy, sa často presadí až vďaka tomu, že vymrú jej odporcovia (Kuhn, 1982). V tomto prípade išlo o presadenie sa novej paradigmy atómovo-molekulovej teórie (Nash, 1957).

Okrem uvedených, skôr sociologických dôvodov, sa v odbornej literatúre stretávame s ďalšími úvahami, ktoré smerujú k poodhaleniu problému neprijatia či odmietania Avogadrovej hypotézy.

Dlhodobu nie je ujasnené, čo to vlastne Avogadrova hypotéza je. Nejestvujú priame alebo induktívne dôkazy. Nedá sa tu postupovať ako v prípade verifikácie iných hypotéz (v pozitivistickom slova zmysle). V uvedenom zmysle sa tento fundamentálny poznatok (Avogadrov zákon) javí skôr ako matematický postulát (axióma), ktorý sa nedokazuje, ale všeobecne sa považuje za akceptovateľný. Možno takto nejako sa dá vnímať Mayerovo (Julius Lothar) priznanie z roku 1864, keď spomína na kongres v Karlsruhe: „, Bolo to ako keby mi z očí spadol závoj, pochybnosti zmizli a nahradil ich pocit pokoja a istoty.“ (podľa Laidler, 1993).

Nejasnosť v príslušnosti tejto idey k základným ontologickým kategóriám pokladá aj B. Criswell (2008). Autor sa tu venuje vzniku mylných predstáv u študentov a ich redukcii. Vychádza z prác Chi, Slotta a de Leeuw (podľa Criswell, 2008), ktorí rozlišujú hmotové (matter) a procesové ontologické kategórie. Mylné spájanie pojmov ako sila, svetlo a elektrina s hmotnými kategóriami je dôvodom rozsiahlych miskoncepcií. Prirodené miskoncepce študentov sa objavujú vo veľkej miere aj tu (napríklad aj Hwang 1995).



Obrázok 02. Ukážka úloh Hwangovho testu z roku 1995. Dnes sa takého úlohy nazývajú konceptuálne.

Do akej miery je tento prístup užitočný pri výklade študovanej problematiky s ohľadom na didaktické, historické a metodologické problémy, považujeme v tomto momente za otázne. Samotný didaktický postup Criswella považujeme za inšpiratívny.

Iná práca problém neakceptovania Avogadrovej hypotézy jeho súčasníkmi smeruje do oblasti logiky. Autori A. Drago a R. Oliva (1999) sa snažia ukázať, že dvojité negácie, nám dobre známa z formálnej logiky, môže byť príčinou nepochopenia Avogadrovej hypotézy jeho súčasníkmi. V úvode svojej práce autori ukazujú, že tento logický postup je vo vedeckých prácach 19. storočia bežne používaný. Na historických vedeckých textoch (skôr fyzikálnych) ukazujú argumentáciu s uplatnením dvojitej negácie, prípadne dôkaz sporom (uplatňovaný v matematických disciplínach). Historická prípadová štúdia, ktorá tvorí hlavnú časť ich práce, sa snaží preniknúť k podstate famózne Avogadrovej myšlienky. Ukazuje, že Avogadro v záujme podpory svojej myšlienky navrhuje viacero podobných, na dvojitej negácii založených dôkazov. Vychádzajúc z Gay-Lussacových zistení, ktoré signalizujú jednoduché pomery medzi reagujúcimi látkami, reaktantmi aj produktmi, nie je pre Avogadra predstaviteľné, že by rovnaké objemy plyných látok mohli mať rozličný počet molekúl. Keďže pre toto tvrdenie neboli priame empirické dôkazy a najmä spojenie atomistických predstáv s kalorickými predstavami, ktorým Avogadro venuje významnú pozornosť, urobili nedôveryhodnou celú Avogadrovu prácu. Neskorší pád kalorickej teórie tepla tak na určitý čas diskvalifikuje aj ostatné pozoruhodné myšlienky. Záver a vysvetlenie vedú k tomu, že Avogadrova hypotéza, ktorá sa ukázala ako rozhodujúci faktor pokroku atómovo-molekulových predstáv bola samotným Avogadrom argumentovaná z pozície formálnej logiky a dvojitej negácie. Konečné akceptovanie jeho myšlienky však prekonáva tradičnú logiku a vedie do sféry neklasickej logiky. To je záver a vysvetlenie problémov s prijatím Avogadrovej myšlienky Dragovej a Olivovej štúdie.

Problém nejasnosti „zaškatuľkovania“ Avogadrovej myšlienky zaujal G. Gorina (1997), keď do nadpisu svojej prednášky z histórie chémie na konferencii Americkej chemickej spoločnosti vkladá otázku: „Avogadrova idea: Je to hypotéza, teória, zákon, princíp alebo čo vlastne?“ Dozvedáme sa, že v dobe, keď bola spomínaná idea publikovaná (1811) to bola určite len hypotéza a preto ju mohol postretnúť osud neuznania a odmietnutia relevantnými postavami na výslni chemického výskumu (Dalton, Berzelius). Autor predpokladá, že až po roku 1850 molekulovo-kinetická teória rýchlo nahradila kalorickú teóriu. Napokon bola teda akceptovaná. V súčasnej literatúre sa študovaná idea často vyskytuje ako Avogadrov zákon. Ten ale neplatí úplne presne vo všetkých prípadoch. Pri malých tlakoch je exaktnejší ako pri veľkých. Tento poznatok autor reflektuje tak, že ide skôr o princíp než o zákon. Možno by sme ho mohli preformulovať do podoby, že veľkosti molekúl rôznych plynov v porovnaní s ich vzájomnými

vzdialenosťami v plynnom skupenstve sú takmer zanedbateľné. Avogadrov princíp hrá v chemickej teórii podobnú úlohu, akú majú axiómy v Euklidovskej geometrii s tým rozdielom, že nie je tak zreteľný ako axiómy Euklidovskej geometrie.

Analógia ktorú Gorin vzal do úvahy spočíva v tom, že matematické axiómy sa nedokazujú a Avogadrova hypotéza nie je verifikovateľná pri použití indukcie ako metódy dôkazu.

Ešte ďalej smerom k filozofii prírodných vied nás vedie práca R. L. Causeya (1971). Causey komunikuje s I. Lakatosom, maďarským logikom a filozofom (Lakatos, 1963). Lakatos patri ku skupine filozofov (Popper, Kuhn), ktorí zastávajú iné metodologické pozície ako pozitivistí a neopozitivistí. Zdá sa preto, že problém (empiricky a induktívne) dokázať Avogadrovu hypotézu súvisí s inou logikou vedeckého dôkazu. Nebudeme sa na tomto mieste podrobnejšie zaoberať filozofickými aspektmi a preto len uzavrieme. Zdá sa, že problém dôkazu a akceptovania Avogadrovej hypotézy súvisí s oveľa všeobecnejším problémom vedy, a to: Či sa dajú vedecké hypotézy verifikovať alebo len falzifikovať.

Skúsme teda uzavrieť. Keďže nie je možné Avogadrovu hypotézu verifikovať, je teda aspoň jasným adeptom na falzifikáciu? Zámer našich úvah nie je samozrejme filozofický, skôr didaktický a umožňuje nám legitimizovať navrhnuté demonštrácie ako príklady netradičných falzifikácií a teda akýchsi špecifických „dôkazov“ oprávňujúcich nateraz (pre žiakov je dôležité, že je to v tomto konkrétnom momente, doslova pred ich očami) považovať túto hypotézu za zlučiteľnú s pravdou (pokiaľ pravda nebude vyvrátená v budúcnosti).

Problémy chemického vzdelávania a možnosti jeho prekonávania s využitím historických poznatkov o Avogadrovej hypotéze

Problémové prijatie vo vede signalizuje aj didaktický problém. Samotná reálna problémová situácia predstavuje poznávací potenciál, ktorý možno didakticky využiť. Vyššie uvedené prispelo tiež k tomu, že vo vzdelávaní došlo až k tabuizovaniu empirickej demonštrácie Avogadrovej hypotézy. Považujeme preto za dôležité položiť pevné základy uvažovania žiakov spájajúce makroskopické a mikroskopické videnie riešení chemických problémov, vrátane najproblémovnejších, ale pritom fundamentálnych momentov ako na to poukazujú historické dôkazy.

Chémia je objektívne obťažná tým, že je reprezentovaná a opisovaná troma relatívne nezávislými, ale navzájom previazanými rovinami: makroskopickou, mikroskopickou a symbolickou. Vnímanie chemických fenoménov cez uvedené reprezentácie súčasne predstavuje vyspelé chemické myslenie. Táto charakteristika je príznačná pre vedcov a odborníkov v oblasti chémie. Žiakom a študentom toto spájanie však robí veľké problémy a je dôvodom množstva

„chemických“ miskoncepcií žiakov i dospelaj laickej verejnosti indikovaných stovkami didaktických výskumov publikovaných v posledných 30 rokoch. Problém chápania mikrosвета však nie je nový, naopak.

Pri rešerši publikácii k tejto práci sme narazili na viac ako storočnú didaktickú publikáciu zaoberajúcu sa podobnou problematikou (McCoy, 1908).

V uvedených súvislostiach možno teda uzatvárať, že Avogadrova hypotéza a dôkladnejšia didaktická práca s ňou v školách, môže byť dobrým didaktickým materiálom pre utvorenie spojenia medzi chemickým mikro a makrosvetom.

SCHOOL SCIENCE AND MATHEMATICS

VOL. VIII. No. 6. CHICAGO, JUNE, 1908 WHOLE No. 62

THE EXPERIMENTAL BASIS OF CHEMICAL FORMULAE AND THE TEACHING OF THE ATOMIC-MOLECULAR HYPOTHESIS.

By HERBERT N. MCCOY,

Kent Chemical Laboratory, University of Chicago.

While an appreciable number of chemists, some of whom are very prominent, are not wholly in sympathy with the atomic hypothesis,¹ there are but few, I think, who would hesitate to acknowledge the practical importance of chemical formulae. A formula may be interpreted as representing two things: (1) the relative amounts, by weight, of the constituent elements of the substance, each symbol representing a fixed weight of the corresponding element; and (2) the number and kind of atoms in each molecule of the substance. The first interpretation is independent of the second and may be used without reference to the atomic-molecular hypothesis.

In teaching beginners the use of formulae in either one or both of the above senses it is obviously out of the question to follow, in any faithful detail, the historical development of the subject.² Even an approximate adherence to the historical sequence certainly involves perplexing difficulties for the student. Although there is no question that, in all possible cases, Avogadro's hypothesis is, at present, the touchstone on which atomic weights and formulae are tested, nevertheless this hypothesis was opposed by Dalton, who thought it was contradicted by certain well-known facts. The discovery by Dumas that the vapor densities of sulphur, phosphorus, and mercury were 3, 2, and $\frac{1}{2}$ times those previously assumed on the basis of Avogadro's hypothesis led this famous chemist, in 1832, to abandon the hypothesis. Even Berzelius, the master chemist of his day, who had, up to

¹See, for example, Ostwald, *J. Chem. Soc. London*, 85, 216 (1903).
²Those teachers who, thinking to follow the historical plan, start with the statement that Dalton proposed his hypothesis to explain the facts enumerated in the laws of definite and multiple proportions are, practically, out of accord with the facts since, as Roscoe and Thomsen very clearly point out, The origin of Dalton's Atomic Theory, Macmillan & Co., 1907, Dalton first employed the atomic hypothesis to explain the difference in the weights of different gases, the difference in density of various gases.

Obrázok 03. Didaktický článok z roku 1908 rieši vzdelávacie problémy v študovanej oblasti v dobovom kontexte.

Namiesto verifikácie teda len „neúspešné“ pokusy o falzifikáciu

Vychádzajúc z uvedených skutočností sa snažíme nájsť empirické demonštrácie, ktoré by boli pre žiakov presvedčivým dôkazom, porozumením Avogadrovej hypotézy ako myšlienky spájajúcej makrosvet (objem plynu) a mikrosvet (počet častíc).

Ani po roky trvajúcim hľadaní v odbornej literatúre ani na internete sme nenašli vhodné empirické dôkazy. Internetové médiá ponúkajú množstvo prezentácií deklarujúcich výklad Avogadrovej hypotézy. V skutočnosti však ide len o výklad a vysvetľovanie pojmov, ktoré Avogadrova hypotéza obsahuje. Prípadne ide o pokusy, ktoré neodporujú tejto hypotéze. Profesionálne firmy vyrábajúce pomôcky zasa pod Avogadovým zákonom predávajú zložitú aparatúru, v ktorej sa dajú sledovať objemové pomery pri syntéze vody z pôvodných prvkov. Tento pokus „len“ prezentuje zákonitosti objavené Gay-Lussacom.

Vložili sme preto dosť veľké úsilie do vytvorenia školsky použiteľnej prezentácie Avogadrovej hypotézy. Výsledok bol prezentovaný v publikácii (Held, 2014).

K zostaveniu demonštrácie nás inšpirovala informácia, že Avogadro sa zaoberal štúdiom rozťažnosti plynov. Urobili sme preto nasledovnú úvahu. Treba vziať rovnaké objemy viacerých plynov (minimálne dvoch), zmeniť podmienky (napríklad teplotu) a ak platí Avogadrova hypotéza, stačí ukázať, že objem rôznych plynov sa zväčšil (zmenšil) opäť rovnako. Výsledok je pre žiakov prekvapujúci, ale prijateľný, aj keď nie úplne hladko. Dôkaz opäť nie je úplne jasný, nie je induktívny – dobre prijateľný z hľadiska pozitivistickej metodológie. Nevieme totiž priamo spočítať počet častíc. Napriek tomu, že tento školský pokus nevyžaduje špeciálne vybavenie (dve fľaše, napríklad od vína, rovnakého objemu, nádobu na zohriatie fliaš, zdroj tepla, kvalitné, najlepšie silikónové zátky) je náročný na laboratórnu skúsenosť a presnosť realizácie a je pomerne zdĺhavý (viac ako hodina).

V ďalšej etape našej práce sme sa pokúsili pokus založený na rovnakej myšlienke vylepšiť tým, že namiesto teploty manipulujeme s tlakom (Held, 2016). K demonštračnému pokusu potrebujeme: veľkú plastovú (50 ml) injekčnú striekačku, cca dvojkilogramové závažia, uzavretie striekačky kúskom hadice s tlačkou, vzorky plynov (dostupné je hélium do detských balónikov, oxid uhličitý, metán ako zemný plyn, bután ako plyn do zapaľovača a samozrejme vzduch).

Postup je nasledovný. Dáme do rúk žiakom (študentom) 3 striekačky (jedna obsahuje soľ, druhá vodu a tretia vzduch) a požiadame ich aby striekačky stlačili. Žiaci sa presvedčajú, že plyny na rozdiel od látok, ktoré sú v inom skupenstve, sú stlačiteľné. Potom pripravíme nasledovný experiment. Na piest s plynom v uzavretej striekačke položíme dvojkilogramové závažie. Študentom predložíme problém a žiadame od nich vytvorenie predpokladu: ako sa zmení poloha piestu

(objem plynu) pri rovnakom tlaku (závaží), ale inom plyne, s inou hustotou. Väčšina študentov predpokladá zmenu objemu oproti prvej demonštrácii, a to v závislosti od relatívnej molekulovej hmotnosti častíc plynu. Tento predpoklad je skutočnosťou v rozpore s atómovo-molekulovou teóriou, vychádza z intuície a na prvý pohľad je pre väčšinu ľudí dôveryhodný. Následne ukážeme, že nie je pravdivý. A objem všetkých dostupných plynov za zmeneného tlaku je rovnaký (pri izbovej teplote).



Obrázok 04. Aparatúra určená k „neúspešnej“ falzifikácii Avogadrovej hypotézy.

Zmenili sme aj spôsob uvažovania o dôkaze. Ako sme už naznačili, nebudeme sa snažiť o verifikáciu ale o popperovskú falzifikáciu (Popper, 1995). Vylúčime teda nesprávne a chybné presvedčenie tak povediac „v priamom prenose“ pred žiakmi. Z atómovo-molekulovej teórie vyplýva aj nasledovná implikácia: ak máme dva rôzne plyny s rovnakým počtom častíc (molekúl), potom za rovnakých podmienok (hoci aj zmenených, napríklad zmena tlaku) platí, že majú rovnaký objem. Odvodíme so žiakmi (formulujeme) pomocné tvrdenie, ktoré, napriek tomu, že sa zdá byť intuitívne zdôvodniteľné, je negáciou pôvodnej Avogadrovej myšlienky. Žiakom potom empiricky ukážeme, že ich predpoklad sa nepotvrdil.

Popperova falzifikácia je založená na logickom zákone zvanom modus tollens. Keďže naše demonštrácie (evidencie) neprezentujú pravdivosť negácie dôsledku implikácie, môžeme zatiaľ nechať odvodenú pomocnú implikáciu, ktorá je konzistentná s atómovo-molekulovou teóriou (vrátane Avogadrovej hypotézy) pokojne v platnosti.

Úvaha s využitím pravidla (logického zákona) modus tollens je nasledovná: Ak z p vyplýva q a súčasne platí negácia q, je dôsledkom negácia p. Toto je teda schéma falzifikácie a súčasne základný dizajn „nášho dôkazu“.

Následne žiakom demonštrujeme nasledovný pokus. Dva rozličné plyny dáme postupne do tej istej striekačky a piest zaťažíme opatrne závažím. Zistíme, že vo všetkých prípadoch, po rovnakom zvýšení tlaku závažím získame zmenšený, ale opäť rovnaký objem plynu. Empiricky teda ukážeme, že pre pôvodnú úvahu (napríklad, že po stlačení hélia bude mať menší objem ako bután) nevieme empiricky nájsť pravdivú evidenciu. Dva rôzne objemy plynov pri zmenených (ale pre oba rovnakých) podmienkach nemajú rozdielne objemy. Atómovo-molekulovú teóriu (vrátane Avogadrovej hypotézy) sa nám teda nepodarilo naštrbiť (falzifikovať). A to aj napriek tomu, že sa nám intuitívne zdá, že Avogadrovej hypotéze sa nedá veriť.

Záver

Kodifikácia Avogadrovej hypotézy na zákon, prípadne jej tabuizácia v učebnicovej literatúre má objektívne dôvody historické, sociologické, metodologické až filozofické. Naše doterajšie skúsenosti ukazujú, že nami skonštruované školské prezentácie sú zaujímavé a neobvyklé, približujú prácu s plynmi, pričom sa používajú jednoduché pomôcky. Výsledok je prekvapivý, vyvoláva kognitívny konflikt, čo je dobrým východiskom pre vzdelávacie aktivity vedúce k dokonalejšiemu osvojeniu pojmov, rozvíjaniu spôsobilostí vedeckej práce vrátane dotyku s najabstraktnejšími myšlienkami vedeckej metodológie. Domnievame sa, že historické momenty chémie sú vo vzdelávaní nedocenené, napriek tomu, že majú veľký potenciál. Dobrým príkladom toho je práve problém a osud Avogadrovej hypotézy.

Literatúra

Avogadro, A. (1811) Essay on a Manner of Determining the Relative Masses of the Elementary Molecules of Bodies, and the Proportions in Which They Enter Into These Compounds. *Journal de physique*, 73: 58-76. Translation from *Alembic Club Reprints*, No. 4, “Foundations of the Molecular Theory: Comprising Papers and Extracts by John Dalton, Joseph Louis Gay-Lussac, and Amadeo Avogadro, (1808-1811). Dostupné na internete 20. 5. 2016. <http://www.chemteam.info/Chem-History/Avogadro.html>.

- Brooke, J. H. (1981) Avogadro's Hypothesis and its Fate: A Case-study in the Failure of Case-studies. *History of Science*. ss. 235 – 273.
- Cannizzaro, S. (1911) Sketch of a course of chemical philosophy. Chicago : Alembic Club. University of Chicago Press., No. 18,72 s. Dostupné na internete 20. 5. 2016. <https://ia801407.us.archive.org/29/items/sketchofcourseof00cannrich/sketchofcourseof00cannrich.pdf>
- Causey, R. C. (1971) Avogadro's Hypothesis and the Duhemian Pitfall. *Journal of chemical education*, 48 (6). ss. 365 – 367.
- Criswell, B. (2008) Teaching Avogadro's Hypothesis and Helping Students To See the World Differently. *Journal of chemical education*, 85(10), 1372 – 1376.
- Drago, A., Oliva, R. (1999). Atomism and the Reasoning by a Non-Classical Logic. *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 5 , (1), 43-55.
- Gorin, G. (1997). Avogadro's idea: It is hypothesis, theory, law, principle, what-have-you? *Abstracts of papers of the American chemical society*. Volume :213, p. 2 hist part 1, April 13, 1997.
- Held, L. (2014) Modelovanie látky – indukčný prístup. In: *Nauczanie i uczenie się przedmiotów przyrodniczych od przedszkola do studiów wyższych*. – Krakow : Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie. – ISBN 987-83-7271-881-5. – S. 117-120.
- Held, L. (2015) Wykorzystanie zapomnianych informacji naukowych w obecnych i przyszłych programach nauczania przedmiotów przyrodniczych. In: *Co w dydaktykach nauk przyrodniczych ocalić od zapomnienia?*. – Kraków : Uniwersytet pedagogiczny w Krakowie,. – ISBN 978-83-7271-967-6. – ss. 15-26.
- Held, L. (2016) *Avogadro's hypothesis as a critical moment in inductive approach how to build a concept of particle composition of gases*. In: Baprowska, A., Kopek-Putala, W. & Ciesla, P. Krakow : Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie.
- Held, L. (2016) Rukopis zaslaný do časopisu *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*.
- Hwang, B. (1995) *Students' conceptual representations of gas volume in relation to particulate model of matter*. Annual NARST Meeting, San Francisco, April 22-25, 1995. pdf in database ERIC ED 387 325.
- Jensen, W. B. (2015) *Classical molecular weight determinations*. Oesper Museum Booklets on the History of Chemical Apparatus No. 10. Cincinnati. University of Cincinnati.
- Kuhn, T. S. (1982) *Štruktúra vedeckých revolúcií*. Bratislava, Pravda.
- Laidler, K. J. (1993) *The World of Physical Chemistry*. New York, Oxford

University Press. 476 s. ISBN 019 855919 4.

- Lakatos, I. (1963) *Correspondence: Causey, Robert L.* In: LAKATOS/15/6, Dostupné na internete 20. 5. 2016. <http://archives.lse.ac.uk/Record.aspx?src=CalmView.Persons&id=PA12507>
- Nash, L. K. (1957) *The Atomic-Molecular Theory*. In Harvard Case Histories in Experimental Science. č. 1, s. 217 – 321.
- Morselli, M. (1984) *Amedeo Avogadro, a scientific biography*. Dordrecht, D. Reidel Publishing Company. ISBN-13 – 978-94-009.
- McCoy, H. N. The experimental basis of chemical formulae and the teaching of the atomic-molecular hypothesis. In *School Science and Mathematics*. 1908, (6) ss 441 – 452.
- Popper, K. R. (1995) *Hľadanie lepšieho sveta*. Bratislava, ARCHA, 229 p. ISBN 80-7115-113-0.
- Žúrková, Ľ. a kol. (1985) *Všeobecná chémia*. Bratislava, Slovenské pedagogické nakladateľstvo. 328 s.
- Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-14-0070

Lubomír Held

Trnavská univerzita v Trnave

lubomir.held@truni.sk

Jednoduché pokusy s minerálmi. Simple experiments with minerals

ÚVOD

V posledných rokoch z rôznych dôvodov dochádza stále väčšej teoretizácii vyučovania prírodných vied. Na jednej strane to súvisí s množstvom nových poznatkov zaradených do učiva a na druhej strane s obmedzovaním možností, pri ktorých môžu žiaci samostatne a aktívne pracovať s prírodným, chemickým alebo iným materiálom, pozorovať prírodné javy priamo v prírode alebo v laboratóriách, pozorovať deje prebiehajúce pri chemických reakciách.

Prírodovedné vzdelávanie je na našich všeobecnovzdelávacích školách pravidelne hodnotené medzinárodnou organizáciou OECD PISA. Výsledky testovania našich žiakov v prírodovednej gramotnosti nie sú lichotivé. Prírodovedné vzdelávanie v ponímaní PISA zdôrazňuje rozvoj všeobecného pochopenia dôležitých pojmov a interpretačných systémov prírodných vied a metód, ktorými prírodné vedy získavajú dôkazy na podporu tvrdení obohacujúcich poznanie, ale aj silu a obmedzenia vedeckého poznania v reálnom svete. V prírodovedných predmetoch sa očakáva, že žiaci majú priestor na rozvíjanie schopnosti zhodnotiť dôkazy, rozlišovať teórie a pozorovania a skúmať mieru istoty, ktorú možno pripísať predloženému tvrdeniu. Na základe takéhoto pohľadu sa za hlavný cieľ prírodovedného vzdelávania, a teda aj cieľ, na ktorý sa zameriava štúdia OECD PISA, považuje prírodovedná gramotnosť žiaka (Koršňáková, 2003).

PISA pod termín „prírodovedná gramotnosť“ zahŕňa prírodovedné vedomosti a ich využívanie na rozpoznávanie otázok, ktoré sa dajú riešiť vedeckými prostriedkami, získavanie nových vedomostí, vysvetľovanie prírodných javov a vyvodzovanie vedecky podložených záverov v oblasti prírodných vied. Patrí sem aj porozumenie, ktoré je charakteristickým znakom prírodných vied ako formy ľudského poznania a skúmania. Prírodovedná gramotnosť v ponímaní OECD PISA zahŕňa aj uvedomovanie si toho, ako prírodné vedy a moderné technológie utvárajú naše materiálne, intelektuálne a kultúrne prostredie, vnímanie zmien životného prostredia a dopadu týchto zmien na ekonomiku, zmeny klímy a sociálnu stabilitu (Rehúš, 2006).

Medzi prírodné vedy, ktoré sa vyučujú na slovenských všeobecnovzdelávacích školách, patria aj vedy o Zemi. Geologické vedy sú vo všeobecnovzdelávacom školstve Slovenskej republiky zastúpené rôznou mierou vo viacerých vyučovacích predmetoch. Podstatná časť informácií z geologických vied je obsahom učiva ôsmeho ročníka Biológie na základných školách a tretieho ročníka gymnázií s osemročným štúdiom. Úlohou vyučovania „geológie“ na všeobecnovzdelávacích školách je sprostredkovať žiakom poznatky o zemskej

kôre, jej mineráloch a horninách, o nerastnom bohatstve a načrtnúť vývoj života na Zemi. Úlohou predmetu je viesť žiakov k ochrane prírody, prírodných zdrojov a životného prostredia.

Vyučovanie „geológie“ však prináša množstvo úplne nových poznatkov, dejov a faktov náročných na predstavy žiakov. Táto skutočnosť robí tento predmet ťažkým a nezaujímavým nielen pre žiakov, ale aj pre učiteľov (Prokop, Tuncer, Chudá, 2007). Záujem žiakov môžeme aj v tomto predmete dosiahnuť motiváciou a využívaním rôznych organizačných foriem vyučovania.

Cieľom nášho príspevku je navrhnúť učiteľom geológie, chémie, ale aj iných prírodných vied, niekoľko možností a námetov na praktické cvičenia v laboratóriu alebo na jednoduché demonštračné pokusy, ktoré spetria vyučovanie týchto predmetov, zvýšia záujem žiakov o preberané učivo a konkretizujú ich predstavy o javoch, ktoré sú ľudskému pozorovaniu nedostupné. Predkladané úlohy sú pokusy a pozorovania, ktoré môžeme uskutočniť aj v triede, v učebni alebo v školskom laboratóriu s bežne dostupnými minerálmi, chemikáliami a predmetmi bežného použitia.

Motivácia

Jednou zo základných schopností a kompetencií učiteľa je schopnosť motivovať žiakov prostredníctvom vhodne zvolených metód, foriem a prostriedkov (Turek, 2003).

Motivovanie je zámerné a špecifické pôsobenie učiteľa na žiaka pomocou didaktických prostriedkov, podmienok a situácií, pričom sa využívajú aj žiakove vnútorné a povzbudzujúce činitele. Za motiváciu alebo motivačnú demonštráciu považujeme zaujímavú ukážku, text z literatúry, praktickú činnosť alebo iný materiál viažuci sa k preberanej učebnej téme. Na motiváciu alebo motivačnú demonštráciu môžeme v súčasnosti použiť modernú techniku alebo tradičnú osvedčenú metódu – pokus (Kimáková, 2008).

Pokus

Dôležitou kompetenciou učiteľa je naučiť žiakov správne manipulovať s učebnými pomôckami a didaktickou technikou počas vyučovacích hodín. Viesť žiakov k získavaniu, osvojovaniu a rozvíjaniu manuálnych zručností prostredníctvom praktickej činnosti počas výchovno-vzdelávacieho procesu a dodržiavaniu bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci (Turek, 2003).

Pokus je praktická metóda, ktorá poskytuje možnosť problémového riešenia javov a je vhodná nielen pri vyučovaní chémie, ale aj pri vyučovaní biológie a geologických iných prírodných vied. Pri pokuse vytvárame umelé podmienky na sledovanie javov prebiehajúcich pri pokuse. Pokus môžeme kedykoľvek

zastaviť alebo ho opakovať, a tak objasňovať a lepšie chápať príčinu existencie výsledných faktov (Pauk, 1979).

Geologický pokus je pokus o napodobenie prírodných geologických alebo chemických dejov prebiehajúcich v prírode, za umelo vytvorených podmienok. Geologické deje prebiehajú v prírode dlhodobo, a preto im nemôžeme v laboratórnych podmienkach pripraviť skutočné prostredie, ani dať im časový priestor, ale aj napriek tomu nám takéto pokusy umožňujú lepšie chápať prírodné deje (Turanová, Bizubová, 2002).

Najväčším prínosom pokusu vo vyučovaní je, že žiaci získavajú vedomosti priamo z prameňa poznania, nie sprostredkovane, a to nielen v prípade frontálnych žiackych pokusov, ale aj demonštračných pokusov učiteľa. Žiacke pokusy sú spojené s praktickou činnosťou žiaka a vytvárajú vzťah žiaka k skúmanému objektu a aj vlastnú skúsenosť s priebehom pokusu. Demonštračný pokus vhodne dopĺňa učivo a zabezpečuje hodnotnú vizuálnu informáciu (Kimáková, 2006).

Pozorovanie ako vyučovacia metóda

Pokus je veľmi úzko spojený s pozorovaním. Pozorovanie je analyticko-syntetický proces vyúsťujúci do vyvedenia konkrétnych poznatkov. Pozorovaniu môže predchádzať pokus alebo je pozorovanie s pokusom spojené (Kimáková a kol., 2001).

Pauk (1979) definuje pozorovanie ako názornú vyučovaciu metódu, ktorá je predpokladom pre vytváranie konkrétnych predstáv o prírodninách a javoch anorganickej prírody. Je to metóda, ktorá je zameraná na sledovanie prirodzeného priebehu dejov a javov v prírode.

K ťažko pozorovateľným alebo v prírode pozorovaniu nedostupným javom patrí aj vznik minerálov – kryštalizácia. V prírode kryštalizujú minerály z magmy, z jej derivátov a z hydrotermálnych roztokov. Proces kryštalizácie prebieha v rôznych hĺbkach zemskej kôry za pôsobenia zvýšeného tlaku. Priblíženie vzniku minerálov v učebni alebo laboratóriu dopĺňa a konkretizuje predstavu žiakov o zmene skupenstva látok a usporiadaní stavebných častíc v rôznych tuhých látkach. Pozorovanie kryštalizácie pomáha pochopiť žiakom, že rôzne látky majú rôzne usporiadanie stavebných častíc v kryštálovej štruktúre a aj schopnosť vytvoriť rôzne tvary – geometrické telesá, ktoré nazývame kryštály.

Kryštalizácia v laboratórnych podmienkach

Kryštalizácia je dej, pri ktorom z kvapalného alebo plynného skupenstva vzniká tuhá kryštalická látka s pravidelným a zákonitým usporiadaním stavebných častíc. V prírode kryštalizujú tuhé látky najčastejšie zo silikátovej taveniny – magmy, z hydrotermálnych roztokov alebo zo sopečných plynov

(Dávidová, 1999). Pozorovať kryštalizáciu magmy alebo vznik minerálov z hydrotermálnych roztokov v prírode nie je možné. Na vytvorenie si predstavy o vzniku minerálov môžeme pripraviť kryštalizáciu v laboratórnych podmienkach, a tak pozorovať vznik kryštálov. V školských podmienkach je najjednoduchšie pozorovať kryštalizáciu z roztoku. Takáto kryštalizácia môže byť samovoľná alebo vynútená. Samovoľná kryštalizácia začína pri dosiahnutí určitých fyzikálno-chemických podmienok roztoku, keď sa v kryštalizačnom prostredí začnú samovoľne tvoriť zárodky kryštálov (kryštalizačné centrá). Vynútená kryštalizácia nastane, ak vložíme do roztoku alebo taveniny drobné zrníčka zárodkov kryštálov, piesku alebo kúsok inej tuhej látky, prípadne niť (Turanová, Bizubová, 2002). Vynútená kryštalizácia zvyčajne začne skôr a prebieha rýchlejšie. Veľkosť kryštálov, ktoré pri takejto kryštalizácii vzniknú, môže byť rôzna a závisí od východiskových podmienok kryštalizácie a od zmeny fyzikálno-chemických faktorov počas kryštalizácie.

Pokusy s minerálmi

Minerál je anorganická prírodnina, ktorá sa vyskytuje v prírode a je najčastejšie v tuhom skupenstve. Jej zloženie môžeme vyjadriť chemickým vzorcom a má pravidelné vnútorné usporiadanie, nazývané kryštalová štruktúra. Minerály vznikajú ako produkt prírodných síl a geologických procesov prebiehajúcich v zemskej kôre (Dávidová, 1999). Jednotlivé minerály sa od seba líšia fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami, ktoré ich robia neopakovateľnými svojím tvarom, farbou a možnosťou použitia (Betehtin, 1955).

Na naše jednoduché pokusy sme vybrali minerály sadrovec $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, chalkantit (modrá skalica) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, halit (kamenná soľ) NaCl a galenit PbS . Pokusy sme zamerali na dôkazy vody v mineráli, na dôkazy kovu v mineráli a na kryštalizáciu minerálov z roztokov.

Vodu v mineráloch môžeme dokazovať zahrievaním minerálu. Ak minerál obsahuje vodu, tak sa voda pri určitej teplote začne z neho vyparovať. Voda v mineráloch môže byť viazaná rôznym spôsobom a rôzne minerály ju uvoľňujú pri rôznych teplotách. My sme na naše pokusy vybrali minerály, ktoré obsahujú vodu v kryštalovej štruktúre v podobe molekúl H_2O a vodu uvoľňujú pri pomerne nízkych teplotách.

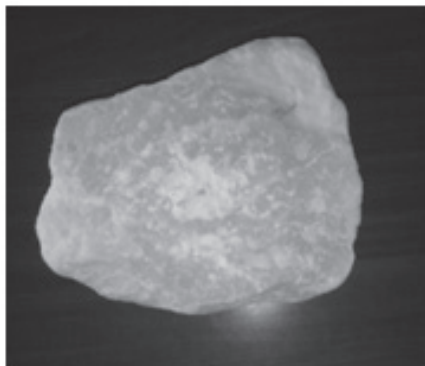
Na pokusy, ktorými dokazujeme kov v mineráli, sme vybrali minerály galenit a chalkantit. Obyčajne sa kovy v mineráloch alebo aj v iných látkach dokazujú oveľa zložitejšie. Pokusy, ktoré sme vybrali, patria tiež k jednoduchým pokusom, ktoré nie sú náročné ani na pomôcky, ani na chemikálie. Prebiehajú pomerne rýchlo, a tým sú dostatočne názorne a motivačné.

Na pozorovanie kryštalizácie sme vybrali tiež dva minerály, chalkantit a kamennú soľ. Tieto minerály sme vybrali hlavne pre ich dostupnosť a pekné kryštály, ktoré pri kryštalizácii v laboratórnych podmienkach tvoria.

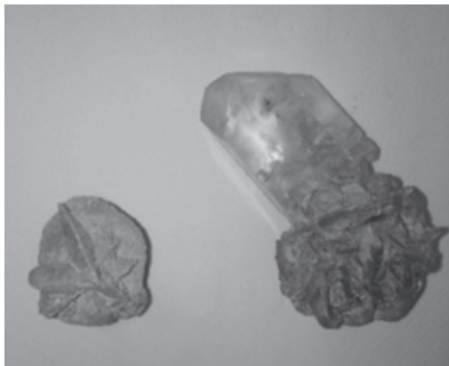
Termický rozklad sadrovca – príprava sadry

Sadrovec (gypsum) – dihydrát síranu vápenatého $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ je minerál kryštalizujúci v monoklinickej sústave. V prírode pomerne bežný minerál, ktorý vzniká hlavne odparovaním termálnych prameňov a jazier alebo rozkladom organickej hmoty v ílovitých horninách, kde vytvára masy alebo kryštalizuje vo forme drúz nazývaných sadrovcová ruža. Vznik sadrovca prebieha aj v púštnych oblastiach, kde sa v púštnych sedimentoch tiež tvoria sadrovcové drúzy (Obrázok 2) známe pod názvom púštna ruža.

Sadrovec tvorí aj veľké ložiská, kde sa vyskytuje v zrnitej (Obrázok 1) alebo vláknitej podobe, v menšej miere tvorí tabuľkovité monoklinické kryštály. Monoklinické kryštály vytvárajú dvojčatné zrasty nazývané lastovičí chvost, ktoré sú pre sadrovec typické (Dávidová, 1999).



Obrázok 1. Kryštalický sadrovec
(foto Hornáčková, 2016)



Obrázok 2. Drúzy sadrovca, vľavo púštna ruža
(foto Hornáčková, 2016)

Sadrovec je v Mohsovej stupnici tvrdosti na druhom mieste. Je to mäkký minerál, ktorý sa dá rýpať nechťou. Farba sadrovca závisí od prímеси a od miesta vzniku. Ak sadrovec neobsahuje prímеси, je bezfarebný až čirý a môže byť aj biely. Ak vzniká v ložiskách ílov, je sivý, svetlohnedé bývajú púštna ruža a prímеси rôznych oxidov mu dáva farbu zelenkastú, žltkastú aj oranžovú. Väčšinou je priehľadný a má biely vryp. Praktický význam sadrovca je veľký, používa sa najmä v stavebníctve na výrobu sadry, kde sa používa od najstarších čias.

Výroba sadry: Sadra je prastarý materiál a jej latinské pomenovanie gypsum je odvodené od názvu Egypta, kde má sadra svoj pôvod. Už v starovekom Egypte ju Egypťania ako prví používali do malty pri svojich stavbách. Sadru vyrábali zahrievaním minerálu sadrovca, čím sa odstráni určité časť vody z jeho kryštalovej štruktúry. Vzniknutý produkt pridávali starí Egypťania do malty.

Zohrievaním rozomletého sadrovca pri teplote do 120°C vzniká hemihydrát síranu vápenatého $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$, ktorý po zmiešaní s vodou postupne tuhne.

Počas tuhnutia prebehne chemická reakcia, pri ktorej hemihydrát naviaže naspäť vodu odštiepenú pri zahrievaní a opätovne vznikne dihydrát. Sadra je po stuhnutí pevná tvrdá hmota používaná v stavebníctve a v mnohých ďalších odvetviach.

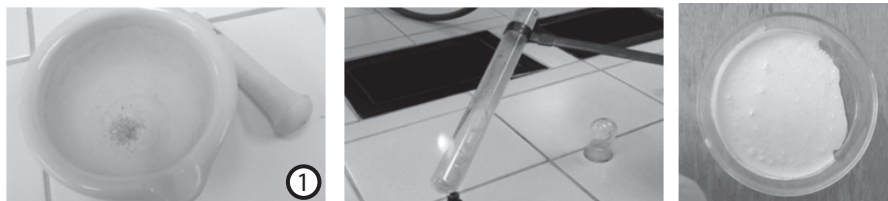
Cieľ práce: odpariť vodu naviazanú v kryštalovej štruktúre sadrovca a pripraviť sadru

Použitý minerál: sadrovec – dihydrát síranu vápenatého $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Pomôcky: skúmavka, nôž alebo skalpel, liehový kahan, držiak na skúmavky, zápalky alebo zapaľovač, hodinové sklíčko alebo Petriho miska, tyčinka, roztieračka, roztieradlo, filtračný alebo kancelársky papier, obrúsok, destilovaná voda

Reaktanty: destilovaná voda

Postup práce: Na filtračný alebo kancelársky papier pomocou skalpela alebo noža oškrabeme malé množstvo vzorky zo sadrovca. Sdrovec si z papiera preniesieme do roztieradla a v roztieračke ho rozotrieme na prášok. Vznikne nám biely prášok. Prášok si pomocou lyžičky alebo poskladaného filtračného papiera preniesieme do suchej skúmavky. Po prenosení si upevníme skúmavku do držiaku na skúmavky.



Obrázok 3. Postup pokusu pri žíhaní sadrovca, stuhnutá sadra (foto Irchová, 2016)

1 – rozotretý sadrovec, 2 – odparovanie vody zo sadrovca pri zohrievaní, 3 – stuhnutá sadra

Zapálime kahan a začneme zahrievať skúmavku s obsahom. Po určitom čase môžeme pozorovať odparovanie vody, čo sa prejaví zarosením skúmavky (Obrázok 3.2). Po niekoľkých minútach ďalšieho zahrievania zatvoríme kahan a pomocou filtračného papiera alebo obrúska si odstránime zvyšnú vodu z vrchnej časti skúmavky. Po ochladení skúmavky zmiešame vyžíhaný sadrovcový prášok s malým množstvom destilovanej (prípadne pitnej) vody a vylejeme jej obsah do Petriho misky alebo na hodinové sklíčko. Po niekoľkých minútach sadra stuhne (Obrázok 3.3).

Metodické poznámky pre učiteľa: Pokus je jednoduchý, celé jeho prevedenie aj s výkladom zaberie 15 až 20 minút. Môžeme ho použiť ako demonštračný alebo motivačný pokus alebo v rámci praktických cvičení ho môžu robiť žiaci aj individuálne. Na pokus stačí nižšia teplota plameňa, preto postačí aj etanolový kahan alebo slabý plameň na plynovom horáku. Pri zohrievaní skúmavky

s rozotretým sadrovcom mierne pohybujeme skúmavkou, aby sa preparát rovnomerne zohrieval a aby skúmavka nepraskla.

Z dlhoročných skúsenosti vieme, že najväčší problém pre mnohých učiteľov je rozpoznať sadrovec v školských zbierkach. Ak nemáme sadrovec v zbierkach alebo nie sme si istí, že máme v ruke ten správny minerál, zakúpime si sadrovec v obchode s minerálmi. Jedna malá rozdrvená „púštna ruža“ alebo iný kúsok sadrovca stačí na viac ako 100 pokusov.

Dôkaz vody v kryštálovej štruktúre chalkantitu a jeho kryštalizácia

Chalkantit (modrá skalica) – pentahydrát síranu meďnatého $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ v prírode vzniká v oxidačných zónach medených ložísk, kde bežne tvorí kompaktné nátekové útvary. Kryštály modrej skalice sú v prírode vzácne. Chalkantit nemá štiepatelnosť, kryštalizuje v triklinickej sústave a má azúrovo modrú farbu. Pri zahrievaní, chalkantit pomerne rýchlo stráca vodu, a tým mení svoju farbu až na bielu. Modrá skalica je dobre rozpustná vo vode. V prírodných podmienkach netvorí ložiská, ale pre svoje široké použitie sa vyrába priemyselne (Dávidová 1999).

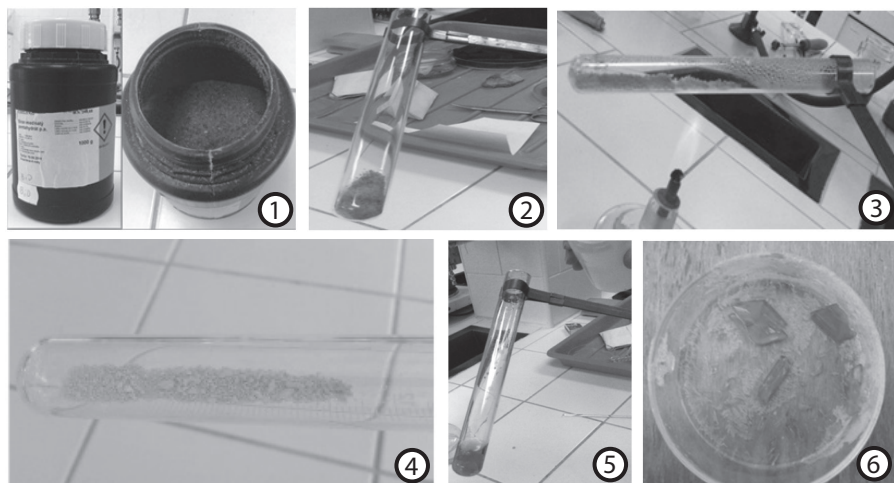
Cieľ práce: dokázať vodu v laboratórnom preparáte chalkantitu a pozorovať jeho následnú kryštalizáciu

Pomôcky: skúmavka, držiak na skúmavku, kahan, Petriho miska alebo hodinové sklíčko, tyčinka, lyžička, zápalky alebo zapaľovač

Reaktanty: chalkantit – pentahydrát síranu meďnatého $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (modrá skalica), destilovaná voda

Postup práce: Z prachovnice s kryštalickou modrou skalicou si pomocou lyžičky preniesieme malé množstvo modrej skalice do skúmavky. Pripravený minerál začneme zahrievať nad kahanom. V krátkom časovom úseku sa začne stena skúmavky rosiť vodou (Obrázok 4.3) a modrý prášok strácať sýtu modrú farbu (Obrázok 4.4) až celkom zbelie. So skúmavkou manipulujeme opatrne, aby nám voda zo steny skúmavky nestekala na zohrievaný preparát. Po vychladnutí skúmavky prilejeme k prášku destilovanú (prípadne pitnú) vodu a miešame tyčinkou, kým sa preparát úplne nerozpustí. Biely prášok sa pomerne rýchlo rozpušťa a okamžite mení farbu z bielej na modrú.

Roztok modrej skalice prelejeme zo skúmavky na hodinové sklíčko alebo do Petriho misky a necháme ho kryštalizovať na pokojnom mieste. Roztokom po celý čas kryštalizácie nehýbeme. Už po niekoľkých hodinách pozorujeme vznik prvých drobných kryštálikov a do dvoch až troch dní narastú pekné veľké kryštály triklinickej súmernosti (Obrázok 4.6).



Obrázok 4. Postup pri pokusoch s modrou skalicou (foto Irchová, 2016)

1 – prachovnica s modrou skalicou, 2 – modrá skalica v skúmavke, 3 – zahrievanie skúmavky a odparovanie vody, 4 – takmer bezvodý síran meďnatý, 5 – zmena farby síranu meďnatého po pridaní vody, 6 – kryštály modrej skalice

Metodické poznámky pre učiteľa

Pokus je jednoduchý, prebieha pomerne rýchlo. Na rozklad modrej skalice stačí nižšia teplota plameňa, preto postačí aj etanolový kahan. Voda z preparátu sa začne odparovať pomerne skoro a s väčšou intenzitou a vo väčšom množstve ako v prípade sadrovca. Snažíme sa zahrievať preparát tak, aby sa voda, čo najmenej zrážala na stene skúmavky a nestekala na preparát. Dokonca môžeme zahrievať preparát v kadičke na variči, voda sa vyparuje rýchlejšie. Tento pokus je vhodný ako demonštračný alebo motivačný pokus predvádzaný učiteľom. Keď ho použijeme ako frontálny žiacky pokus v učebni alebo laboratóriu, treba mať na pamäti, že požitie väčšieho množstva roztoku modrej skalice vyvoláva zvracanie.

Kryštalizácia roztoku modrej skalice začne po niekoľkých hodinách, ak chceme vidieť kryštály skôr, roztok mierne zohrejeme a do nasýteného roztoku vložíme zárodočné kryštalizačné centrum, napríklad niť alebo zrnko piesku, prípadne niekoľko drobných kryštálikov modrej skalice. Kryštály začnú vznikať rýchlejšie, budú však drobnejšie. Pekné kryštáliky veľkosti 2 až 3 cm narastú pri vhodných podmienkach (nehýbeme s roztokom, teplota miestnosti je stála) do dvoch dní bez zahrievania roztoku a bez pridávania kryštalizačných centier (niť, piesok). Ak nemáme v školskom laboratóriu modrú skalicu, môžeme ju zakúpiť v obchode, napríklad s potrebami pre záhradkárov. Jedno balenie stačí na stovky pokusov.

Kryštalizácia kamennej soli

Halit (kamenná soľ) – chlorid sodný NaCl je minerál každodennej ľudskej potreby a nachádza sa v každej domácnosti. Kamenná soľ kryštalizuje v kubickej sústave a v prírode bežne vytvára kockové kryštály. Na veľkých ložiskách kamenná soľ vytvára zrnité masy. Farba kamennej soli závisí od prímiesí, ak kamenná soľ neobsahuje žiadne prímiesi, je číra a priehľadná, s prímiesami môže byť sivá, oranžová, žltá aj svetlomodrá. Kamenná soľ má vždy biely vryp a dokonalú štiepateľnosť podľa kocky, má masťný lesk, pomerne zlú rozpustnosť vo vode a slanú chuť. V prírode vzniká halit evaporáciou slaných jazier alebo morských lagún a tvorí veľké ložiská po celom svete (Betechtin, 1955). Na Slovensku máme ložiská kamennej soli v Solivare pri Prešove a v Zbudzi pri Michalovciach. Známe sú soľné bane vo Wieliczke, Salzburgu a inde. Najviac halitu sa nachádza v rozpustenej forme v morskej vode.

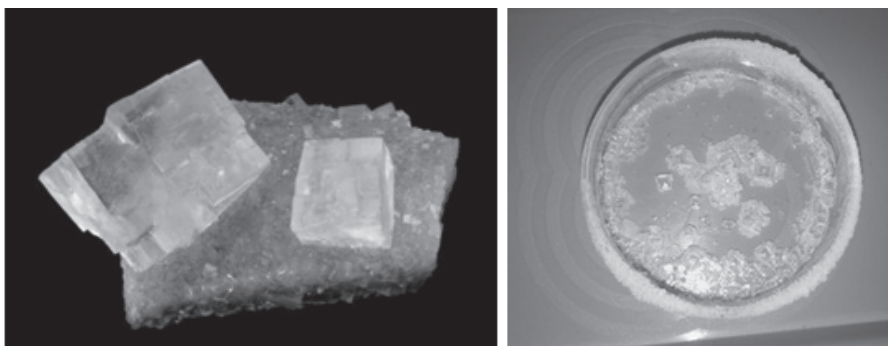
Cieľ práce: vypestovať kockové kryštály kamennej soli

Použitý minerál: halit (kamenná soľ) NaCl

Pomôcky: Petriho miska, kadička, tyčinka, pitná alebo destilovaná voda

Reaktanty: destilovaná voda, chlorid sodný NaCl

Postup práce: Na pokus potrebujeme kuchynskú soľ alebo ak máme, môžeme použiť chemicky čistý chlorid sodný. Roztok kuchynskej soli pripravíme zo 100 cm³ vody a jednej zarovnannej kávovej lyžičky kuchynskej soli. Zmes miešame, kým sa soľ nerozpustí. Potom roztok vylejeme do Petriho misky a necháme na pokojnom mieste kryštalizovať. Miskou počas kryštalizácie nehýbeme. Aby do misky nenapadali nečistoty, prikryjeme ju filtračným papierom alebo handričkou. Kryštály sa vytvoria o 2 – 3 týždne.



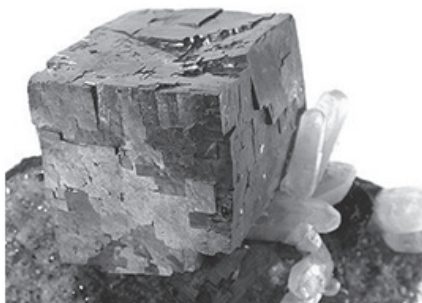
Obrázok 5. Kubicke kryštály kamennej soli (foto Hornáčková, 2016)

1 – kamenná soľ z lokality Wieliczka, 2 – kryštály kamennej soli vypestované z roztoku

Metodické poznámky pre učiteľa: Kryštalizácia kamennej soli je pokus veľmi jednoduchý a názorný, ale je vhodný na dlhodobejšie pozorovanie. Na pozorovanie kryštalizácie kamennej soli je vhodná akákoľvek kuchynská soľ, ktorú používame v domácnosti, ale môžeme použiť aj chemicky čistý chlorid sodný NaCl. Kryštalizácia prebieha pomaly a soľný roztok nám vzlína po stenách nádoby. Na zvýšenie rýchlosti kryštalizácie je vhodné roztok soli trochu zohriať, aby sa odparila časť vody a roztok sa nasýtil, čím sa urýchli kryštalizácia. Vznik kryštálov môžeme urýchliť vložením zárodočného kryštalizačného centra do roztoku, napríklad nite alebo zrnka piesku. Ak pripravíme roztok kuchynskej soli v destilovanej vode, kryštály budú väčšie a krajšie.

Vylúčenie olova z galenitu

Galenit –sulfid olovnatý PbS, kryštalizuje v kubickej sústave. Tento často sa vyskytujúci minerál sa vyskytuje aj v jemne zrnitej až hrubo zrnitej forme a býva aj vláknitý. Kryštály galenitu majú najčastejšie tvar kociek (Obrázok 6). Galenit má dokonalú štiepaťelnosť podľa kocky a úderom kladiva sa rozpadá na drobné kocky alebo úlomky, ktoré majú aspoň jednu plochu kocky. Jeho farba aj vryp sú olovenosivé, má kovový lesk, je nepriehľadný a nápadne ťažký. Galenit môže obsahovať až 86,6% olova a iba 14,4% síry (Betechtin, 1955), preto sa veľmi ľahko taví.



Obrázok 6. Kryštál galenitu

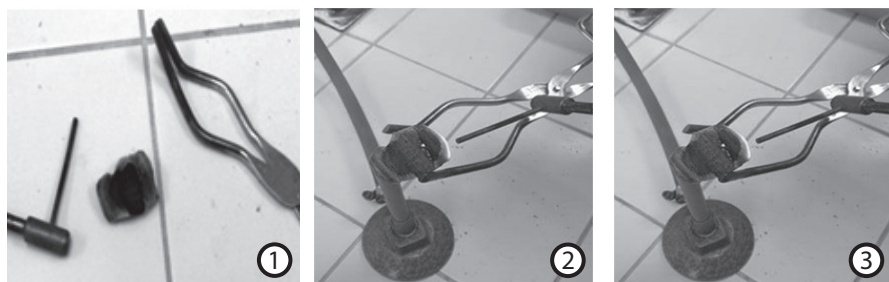
Cieľ pokusu: vytaviť kovové olovo z galenitu

Pomôcky: dýchavka alebo dutá sklenená tyčinka, plynový kahan, zápalky alebo zapaľovač, drevné uhlie (stačí 1 kúsok), laboratórne kliešte, pinzeta, kladivo, roztieracia miska s roztieradlom

Použitý minerál: galenit – sulfid olovnatý PbS

Postup: Galenit roztlčíme kladivom, alebo prostredníctvom skalpela alebo noža odštípeime malé množstvo kryštálov. Kúsky galenitu rozdrvíme v roztieracej

miske na veľkosť asi 2 mm. Do kúska drevného uhlia vyhlúbime jednu alebo dve malé jamky. Následne do nich poukladáme pinzetou 2 alebo 3 kúsky galenitu, tak, aby sa počas pokusu z drevného uhlia nezošmykli. Drevné uhlie pevne uchopíme do laboratórnych klieští. Zapálime plynový kahan a ešte skôr ako začneme preparát zahrievať – žihať, nastavíme plameň kahana na nesvietivý, ktorý má oveľa vyššiu teplotu, ako plameň svietivý. Pomocou dúchavky alebo sklenenej tyčinky fúkame do ohňa tak, aby sa drevné uhlie rozžeravilo do červena. Fúkame dovtedy, až kým sa aspoň na jednom kúsku galenitu vytaví olovo v podobe striebornej guľôčky (Obrázok 7.3).



Obrázok 7. Pokus s galenitom (foto Irchová, 2016)

1 – pomôcky k pokusu, 2 – žihanie galenitu na drevnom uhli, 3 – vytavená guľôčka olova

Metodické poznámky pre učiteľa

Dôkaz olova v galenite je v porovnaní s predchádzajúcimi pokusmi náročnejší pokus. Prebieha rýchlo a je vhodný hlavne ako demonštračný pokus. Ak ho chceme použiť ako frontálny žiacky pokus, tak len v tom prípade, ak ide o žiakov, ktorí majú skúsenosti s prácou v laboratóriu. V žiadnom prípade tento pokus nerobíme na slabom ohni (na etanolovom kahane). Ak máme vzorku galenitu s viacerými minerálmi, tak z vyštípených kúskov vyberieme tie, ktoré majú plochy kocky a sú striebornej farby.

Dúchavka je tenká kovová rúrka prispôbená na bezpečné fúkanie do plameňa (Obrázok 7.1). Fúkame ňou vzduch do plameňa a usmerňujeme plameň smerom na drevné uhlie s galenitom, tak, aby sa uhlie žeravilo do červena. Namiesto dúchavky môžeme pri dostatočnej opatrnosti použiť sklenenú rúrku.

Vylúčenie medi z modrej skalice

Cieľ pokusu: vylúčiť kovovú meď z roztoku modrej skalice

Pomôcky: kadička, sklená tyčinka, železný klinec, lyžička

Použitý minerál: chalkantit

Reaktanty: destilovaná voda, chalkantit – pentahydrát síranu meďnatého $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (modrá skalica)

Postup: V kadičke pripravíme vodný síranu meďnatého (modrej skalice) zo 150 cm^3 destilovanej vody a 1 čajovej lyžičky kryštalickej modrej skalice. Do pripraveného roztoku ponoríme železný predmet (napríklad kliniec), na povrchu ktorého sa po niekoľkých minútach vylúči meď (Obrázok 8). Vrstvička kovovej medi sa prejaví v zafarbení predmetu do typickej medenej farby. Na železnom klinci tak môžeme vidieť časť sivostriebornej farby, ktorá nebola ponorená do roztoku a časť červenohnedej (medenej) farby, ktorá bola ponorená v roztoku modrej skalice.



Obrázok 8. Roztok modrej skalice so železným klincom (foto Irchová, 2016)

Metodické poznámky pre učiteľa

Dôkaz medi v chalkantite je veľmi jednoduchý a názorný pokus. V ľubovoľnom množstve destilovanej vody rozpustíme ľubovoľné množstvo modrej skalice a ponoríme do nej železný predmet. Odporúčame použiť veľký a nový kliniec (bez hrdze), kedy je pokus veľmi názorný, pretože roztok modrej skalice obyčajne siaha do polovice klinca postaveného v nádobe. Meď sa vylúči len na ponorenej časti a máme dvojfarebný kliniec. V prípade, že sa na klinci nachádza hrdza, treba ju odstrániť brúsnym papierom, kliniec opláchnuť a utrieť. Vodu, v ktorej rozpúšťame modrú skalicu môžeme použiť destilovanú alebo aj pitnú z vodovodu, na konečný výsledok pokusu to nemá viditeľný vplyv. Pre krajší efekt však odporúčame použiť destilovanú vodu, pretože v pitnej vode vytvára síran meďnatý zrazeniny, ktoré spôsobujú zakalenie roztoku.

Záver

Intenzívne štrukturálne zmeny v tomto tisícročí majú dopad na všetky oblasti ľudského života. Tieto zmeny si vynútili aj reformy v oblasti školstva, ktoré sa uskutočňujú v krajinách Európskej únie. Pre vzdelávací systém a učiteľov vyplýva z uvedeného nutnosť rozvíjať tvorivé schopnosti žiakov a schopnosti, ktoré žiakom pomôžu riešiť problémové situácie. Zároveň sa tým zvyšujú požiadavky na učiteľa, ktorý sa považuje za nositeľa vzdelanosti. Učiteľ je hlavný organizátor a realizátor výučby na školách. Od učiteľa závisí priebeh každej vyučovacej hodiny. Práve učiteľove myslenie a chápanie vyučovania zohráva v edukačnom procese dôležitú úlohu, čo sa prejavuje vo významnej miere aj v rámci prírodovedného vzdelávania, ktoré po zavedení školskej reformy prechádza rôznymi obsahovými zmenami (Hornáčková, Kvasničák, Kováč, 2011). Tvorivé a problémové metódy a úlohy použité učiteľom na vyučovaní upevňujú vedomosti a praktické schopnosti a zručnosti žiakov. Čím viac je učiteľ aktívny vo využívaní praktických foriem vo vyučovaní, tým viac schopností a zručností si žiaci osvoja. Prínosom pre vyučovací proces je aktívne osvojovanie a upevňovanie učiva žiakmi, osvojovanie si základných a nových pojmov a usporiadanie poznatkov do vzájomných súvislostí. Zvýšenie názornosti vyučovania a zvýšenie motivácie žiakov učiť sa zvyšuje efektívnosť vyučovania. Oživenie a spretrenie vyučovania praktickou ukážkou robí teoretické učivo zaujímavejšie a pútavejšie (Turanová, 2000).

Pokusy, ktoré predkladáme, sú len časťou z možností, ktoré môže robiť každý učiteľ prírodovedných predmetov, aj bez chemického vzdelania. Chemikálie a minerály sú dnes dostupné v klasických obchodoch a aj prostredníctvom internetu. Všetky použité chemické pomôcky a chemické sklo sa dajú nahradiť kuchynským riadom. Ako rozpúšťadlo sa dá použiť bežná pitná voda, hoci krajšie tvary minerálov nám vznikajú, ak použijeme destilovanú vodu. Opísané pokusy nie sú náročné na mimoriadne zručnosti, sú bezpečné, môžu ich robiť učitelia aj žiaci. Návod, ktoré uvádzame, sú spoľahlivé a odskúšané na mnohých pokusoch. Aj začínajúcemu učiteľovi stačí dodržiavať postup a rady pre učiteľa a pokus sa vydará.

Geologické vedy nemajú stále miesto v slovenskom školskom systéme, hoci tvoria integrujúci celok úzko súvisiaci s ostatnými prírodovednými odborními. Poznatky z geologických vied nadväzujú na dôležité technické a hospodárske odvetvia. Učiteľ ako riadiaci prvok výchovy a vzdelávania má žiakom učivo podať tak, aby žiaci dokázali vedomosti získané z učiva „geológie“ využiť pri štúdiu iných predmetov a vo svojom budúcom povolani alebo v praktickom živote.

Literatúra

Betehtin, A. G. (1955). *Mineralógia*. Bratislava, Slovakia: SVTL.

- Dávidová, Š. (1999). *Základy mineralógie*. Bratislava, Slovakia: Vydavateľstvo Univerzity Komenského.
- Hornáčková, A., Kvasničák, R. & Kováč, J. (2010). Názory a skúsenosti učiteľov prírodovedných predmetov s realizáciou exkurzií na základných školách na Slovensku. *Biológia, ekológia, chémia*. 14 (2), 11-14. Retrieved from http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_2_2010.pdf.
- Irchová, M. (2016). *Jednoduché laboratórne pokusy s minerálmi*. Trnava, Slovakia: Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta.
- Kimáková, K. (2008). *Úvod do štúdia didaktiky biológie*. Košice, Slovakia: Univerzita P. J. Šafárika v Košiciach.
- Kimáková, K., Dunayová, D. & Luczyová, P. (2001). *Inovačné metódy vo vyučovaní prírodopisu a biológie*. Prešov, Slovakia: Metodické centrum.
- Koršňáková, P. (2003). Medzinárodné hodnotenie prírodovednej gramotnosti v štúdiu OECD PISA (a vzdelávací štandard z prírodopisu). *Pedagogická revue*. 55 (5), 511-523.
- Prokop, P., Tuncer, G. & Chudá, J. (2007). Slovakian students' attitudes toward biology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 3 (4), 287-295.
- Rehúš, M. (2006). *Hlavné zistenia a zlyhania – PISA 2006*. Retrieved from www.ineko.sk/clanky/hlavne-zistenia-a-zlyhania-pisa-2006.
- Turanová, L. (2000). *Didaktika geológie 1. Všeobecná didaktika geológie*. Bratislava, Slovakia: Univerzita Komenského.
- Turanová, L. & Bizubová, M. (2002). *Didaktika geológie 3. Didaktika praktických cvičení z geológie*. Bratislava, Slovakia: Univerzita Komenského.
- TUREK, I. (2003). *Kľúčové kompetencie*. Bratislava, Slovakia: MPC.
- Uhreková, M. & Bizubová, M. (2011). *Biológia pre 8. ročník základnej školy a 3. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava, Slovakia: SPN – Mladé letá, s. r. o.

This contribution is supported by Ministry of Education of the Slovak Republic through the project KEGA 003TTU-4/2016 *Chemistry and Society*.

^aAlžbeta Hornáčková, ^bMária Linkešová

Trnava University in Trnava, Faculty of Education, ^aDepartment of Biology, ^bDepartment of Chemistry, Slovakia

alzbeta.hornackova@truni.sk, maria.linkesova@truni.sk

Alkaloidy – výukové materiály pro SŠ

Úvod

Je více důvodů, proč by mělo být téma Alkaloidy zařazováno do výuky na gymnáziích. Obecně by výuka měla být aktuální, blízká praktickému životu a měla by reagovat i na případné společenské problémy. Alkaloidy jsou nepochybně významné přírodní látky, se kterými se dnes a denně setkáváme (káva, čaj, aj.), často se jedná o drogy, jedy, návykové látky, ale také léčiva. Hlavním významem výuky tohoto tématu je tedy prevence a možnost ovlivnit žáky relevantními informacemi. Ovšem pouhé předávání informací a holých faktů není považováno za příliš efektivní metodu prevence a je třeba žáky aktivizovat, např. diskuzemi. Pokud máme nenásilnou formou protidrogovou prevenci provádět a zahrnovat ji do běžné výuky chemie [1], téma Alkaloidy se pro to přímo nabízí.

Alkaloidy jsou tradičně vyučovány v rámci předmětu chemie, ovšem jedná se o téma mezioborové (mezipředmětové). Je zde jasná souvislost s Výchovou ke zdraví (prevence) a samozřejmě také biologií, protože alkaloidy jsou většinou sekundární metabolity rostlin. V rámci výuky lze tohoto využít a vzdělávání žáků tak zefektivnit.

Zájem o nové moderní výukové materiály, např. elektronické učebnice, je mezi učiteli poměrně vysoký. Učitelům často chybí v současných učebnicích různé motivační prvky, zvláště souvislosti s praxí, obrázky a schémata [2]. Je tedy třeba, aby byly pro učitele dostupné kvalitní výukové materiály, které by jim usnadnily práci, byly zajímavé pro žáky, a které by zlepšily kvalitu výuky.

Analýza kurikulárních dokumentů

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia [3] (RVP G) v České republice určuje základní vzdělávací úroveň, její obsah (očekávané výstupy a učivo), úroveň klíčových kompetencí a zařazení průřezových témat. Téma Alkaloidy není v RVP G přímo zmiňováno, můžeme jej však zahrnout do oblastí Člověk a příroda (předměty chemie a biologie) a Člověk a zdraví (předmět Výchova ke zdraví).

Alkaloidy lze dále zařadit pod vzdělávací obsah Organická chemie (Heterocyklické sloučeniny) a dále Biochemie (Přírodní látky). V rámci Výchovy ke zdraví se pak jedná o vzdělávací obsah Rizika ohrožující zdraví a jejich prevence, konkrétní učivo: „výroba, držení a zprostředkování nelegálních návykových látek; návykové látky a bezpečnost v dopravě“ [3].

RVP G stanovuje obecný rámec vzdělávání na gymnáziu, jednotlivým školám je tak umožněno jej v rámci svého ŠVP specifikovat a obohacovat a vytvořit tak

charakteristický profil daného gymnázia, resp. jejího absolventa [3,4]. V současné době je školy většinou vystavují na svých webových stránkách.

Pro analýzu ŠVP bylo náhodně vybráno dvacet ŠVP čtyřletých gymnázií (eventuálně vyšších ročníků víceletých gymnázií). Učivo Alkaloidů bylo zmiňováno ve 14 z nich. Ve většině ŠVP byly Alkaloidy zahrnuty ve 3. ročníku čtyřletého gymnázia v rámci vzdělávací oblasti Biochemie – přírodní látky. Ve třech případech byly zařazeny v rámci vzdělávací oblasti organická chemie – heterocyklické sloučeniny.

Dotazníkové šetření

Interaktivní dotazník, jehož cílem bylo zjistit, zda se téma Alkaloidy vyučuje na gymnáziích, v jakém rozsahu a v jakém ročníku, byl vytvořen a uveřejněn na internetu prostřednictvím služeb Google Doc (dostupný na <http://goo.gl/forms/q3M2IHIX6i>). O respondentech byla zjišťována pouze délka jejich pedagogické praxe.

Kontaktní informace o školách a učitelích byly získány především na webové stránce www.atlaskolstvi.cz. Žádosti o vyplnění dotazníku byly rozeslány v dubnu roku 2015 a sběr dat byl ukončen na konci května téhož roku. Celkem bylo osloveno 638 učitelů chemie, k datu 19.05.2015 počet respondentů činil 211, tedy návratnost činila 33%.

Dotazník obsahoval celkem sedm položek. Byly použity uzavřené, polouzavřené a otevřené typy otázek.

Výsledky dotazníkového průzkumu

Z odpovědí respondentů vyplývá, že mezi nimi jsou jak začínající učitelé, tak i učitelé s mnohaletou praxí. Délku praxe do 15 let uvedlo 53% učitelů chemie.

Z dotazníkového šetření dále vyplynulo, že 94% respondentů téma Alkaloidy vyučuje. Pouze 12 učitelů (6%) uvedlo, že Alkaloidy nevyučuje. Nejčastějším zdůvodněním však bylo, že neučí v odpovídajícím ročníku (např. učitel s krátkou dobou praxe) a dále, že učivo Alkaloidy nevyučují jako samostatné téma, ale zmiňují jej např. v rámci heterocyklických sloučenin.

Vyučující, kteří ve své praxi Alkaloidy vyučují, většinou probírají s žáky toto téma ve 3. ročníku, eventuálně ve 4. ročníku (čtyřletého) gymnázia či odpovídajících ročnících víceletých gymnázií. Někteří vyučující uvedli poznámku, že téma vyučují v daném ročníku podrobněji ve výběrovém semináři.

Učitelé věnují tématu Alkaloidy nejčastěji 2 nebo 3 vyučovací hodiny. 90% vyučujících probírá toto téma max. 4 VH. Objevovaly se i vyšší počty hodin (až 8 VH), z odpovědí však nelze určit, zdali jsou do počtu hodin zahrnuta i laboratorní cvičení eventuálně výuka v rámci volitelného semináře.

Téměř polovina učitelů uvedla, že si vytváří vlastní výukové materiály (prezentaci, učební text či pracovní list), k nimž čerpají informace z různých zdrojů (učebnice, internet, aj.), které kombinují. 25% učitelů používá jako zdroj informací učebnici Chemie pro gymnázia [6], Ti, kteří zároveň učí i na nižším gymnáziu zmiňovali také učebnici Chemie pro 9. třídy z nakladatelství Fraus7. Výjimečně využívají i materiály z vysoké školy, časopisy, brožury, knihy či filmy s drogovou problematikou.

Z průzkumu vyplývá, že 64% učitelů během laboratorních cvičení experimenty na téma Alkaloidy neprovádí. Téměř 90% těch, kteří experimenty v rámci výuky tématu Alkaloidy zařazují do laboratorních cvičení, provádí izolaci, eventuálně důkaz, kofeinu z kávy nebo čaje. 21% uvedlo, že dělají izolaci a důkaz nikotinu, 7% demonstruje „umělého kuřáka“.

Drogová problematika

Americká agentura Bloomberg vytvořila v roce 2012 tzv. Globální žebříček závislostí (v originálu *Global Vice Index*), ve kterém porovnala kolik dospělí lidé (15 – 64 let) průměrně spotřebují alkoholu, tabáku a drog a kolik utratí v herních automatech. Žebříček byl sestaven na základě údajů: *World Health Organization, Tobacco Atlas, United Nations Office on Drugs and Crime, Global Betting and Gaming Consultants* a celkem bylo porovnáno 57 zemí. Výsledek byl alarmující. Česká republika se umístila na prvním místě v celkovém přehledu, byla první ve spotřebě alkoholu, pátá v počtu cigaret na osobu a druhá v užívání drog. Pro srovnání Polsko se umístilo na 31. a Slovensko na 18. místě [8].

Školské instituce si v rámci svého ŠVP vytváří tzv. Školní preventivní strategii, která je jejich dlouhodobým preventivním programem. Důraz je kladen na to, aby se začlenění prevence rizikového chování u žáků stalo přirozenou součástí školních osnov a výuky jednotlivých předmětů a nebylo pojmáno jako nadstandardní aktivita školy [3,9].

Výukové materiály

V rámci diplomové práce [10] byly k tématu Alkaloidy vytvořeny následující výukové materiály: Učební text Alkaloidy, PowerPointová prezentace Alkaloidy, PowerPointová prezentace Drogy, Pracovní list a jeho autorské řešení, Didaktický test a jeho autorské řešení, Projekt Kouření, Projekt Jedovaté a užitkové rostliny a Návod k laboratorní úloze.

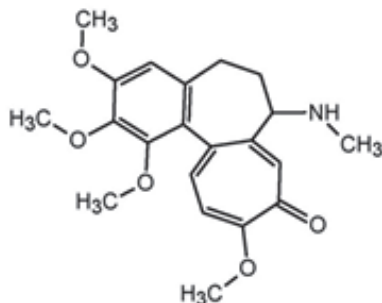
Všechny učební materiály byly vytvořeny v prostředí Microsoft Office 2010 pro studenty a domácnosti verze 14.0.6112.5000. Výukové prezentace byly vytvořeny v programu Microsoft PowerPoint, ostatní materiály v Microsoft Word. Chemické vzorce byly vytvořeny pomocí programu ChemSketch ACD 12.0 Free.

Učební text Alkaloidy

Učební text Alkaloidy shrnuje podstatné informace o alkaloidech. Je zde uvedena charakteristika, význam, výskyt, vlastnosti, struktura a rozdělení alkaloidů. Dále následuje popis vybraných zástupců alkaloidů, u většiny je zmíněn jejich výskyt, účinky, případně využití, vzorec, zajímavost (viz Obr. 1). Celkem je uvedeno 25 alkaloidů, dalších 13 alkaloidů je stručně popsáno v přehledové tabulce. Učební text celkem obsahuje 16 chemických vzorců a dva obrázky.

Kolchicin (obr. 12) je prudký jed trávicího ústrojí, srdce a nervové tkáně. Radíme jej mezi cytostatika (brání buněčnému dělení). Je obsažen v ocínu jesenním (*Colchicum autumnale*). Příznaky otravy, pálení v ústech, zvracení, průjem, bolesti břicha, krev ve stolici, moči, nepravidelná srdeční činnost, křeče, se projevují až po několika hodinách po požití. V důsledku silného průjmu a zvracení dochází k dehydrataci organismu a poruchám krevního oběhu.³

V lékařství se používá při akutních záchvatech dny (kloubní onemocnění).¹⁰



OBRÁZEK 12- Vzorec kolchicinu

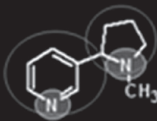
Obr. 1 – Ukázka učebního textu

Powerpointová prezentace Alkaloidy

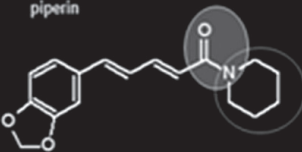
Prezentace Alkaloidy obsahuje celkem 23 snímků a 7 snímků citací.

V prezentaci je uvedena charakteristika, význam, účinky, vlastnosti, struktura a rozdělení alkaloidů včetně vybraných zástupců. U jednotlivých zástupců alkaloidů je uveden vzorec a související obrázek (Obr. 2). Struktura alkaloidů je doložena na chemických vzorcích vybraných alkaloidů včetně zvýrazněného základního heterocyklu a funkčních skupin (Obr. 2). Tři snímky mají čistě motivační charakter (obsahují pouze obrázky či citát). Jeden snímek obsahuje pouze otázku, která má u žáků vyvolat diskuzi. V poznámkách u některých snímků jsou uvedeny pokyny pro učitele či doplňující informace.

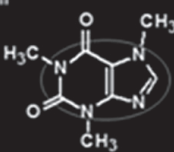
nikotin



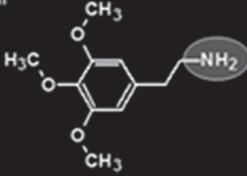
piperin



kofein

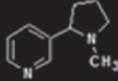


mezkalin






PYRIDINOVÉ A PIPERIDINOVÉ ALKALOIDY

NIKOTIN



- v rostlinách rodu Tabák (*Nicotiana*) z čeledi Lilkovité
- stimuluje centrální i periferní nervovou soustavu
- prudký jed (smrtelná dávka je okolo 50 mg)
- akutní otrava: bledost, studený pot, bolesti hlavy, skleslost, průjem, zvracení
- chronická otrava: dýchací a zažívací potíže, problémy s oběhovou soustavou, zvyšuje krevní tlak a způsobuje srdeční arytmie

Obr. 2 – Ukázka prezentace Alkaloidy – snímek 11 a 13

Powerpointová prezentace Drogy

Prezentace Drogy obsahuje celkem 41 snímků a 8 snímků citací.


V úvodu prezentace je diskutován pojem droga, téma drogové závislosti, jsou zde uvedeny statistické údaje o drogách a typy členění drog. Následují snímky věnující se jednotlivým drogám. Nejprve jsou uvedeny legální drogy: alkohol (resp. ethanol) a nikotin, kterému je věnováno deset snímků prezentace. Poté jsou uvedeny drogy nelegální členěné na: halucinogenní látky (THC, LSD), tlumivé látky (heroin), stimulační látky (pervitin, kokain/crack), taneční drogy (extáze) a těkavé látky.

U většiny látek je uveden chemický vzorec a související obrázek, text je zaměřen především na zdravotní účinky jednotlivých drog (Obr. 3). Důraz je kladen na prevenci, obsahuje mnoho motivačních obrázků (např. Obr. 4) a sedm chemických vzorců (nikotin, THC, LSD, heroin, pervitin, kokain a extáze). Devět snímků obsahuje pouze otázku podněcující k diskusi (např. Obr. 3). V poznámkách u některých snímků jsou uvedeny pokyny pro učitele či doplňující informace.

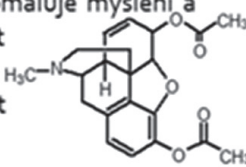
Co Vás napadne,
když se řekne
„DROGY“

?

Heroin



- jemný bílý prášek
- aplikace: injekčně, kouření nebo šňupání.
- vysoce návykový (po 1. dávce), odvykání je velmi bolestivé
- rychle zasahuje mozek, zpomaluje myšlení a reakce a zhoršuje schopnost
- uživatelů se rozhodovat
- psychická a fyzická závislost



Obr. 3 – Ukázka prezentace Drogy – snímek 2 a 33



Obr. 4 – Ukázka prezentace Drogy – snímek 19

Pracovní list alkaloidy

Pracovní list obsahuje celkem osm učebních úloh na třech stranách formátu A4. (Na čtvrté stránce jsou uvedeny citace). Jednotlivé úlohy obsahují většinou dílčí úkoly nebo otázky. V pracovním listu jsou použity následující typy učebních úloh: Úlohy s otevřenou odpovědí jednoznačnou – úlohy č. 2, 3 a 7, Úlohy s otevřenou odpovědí nejednoznačnou – úlohy č. 4, 6, 7 a 8, Úloha s uzavřenou odpovědí – s více správnými odpověďmi – úloha č. 1 a Úloha s dichotomickou odpovědí (ANO-NE) – úloha č. 5.

Dvě úlohy jsou komplexnější a jsou zaměřeny na rozvoj čtenářské gramotnosti – úloha č. 5 (úloha s textem) a na rozvoj matematických dovedností úloha č. 6 (úloha s grafem, obr. 5).

Pracovní list je určen především k procvičování a upevňování učiva, zároveň má také motivační charakter. Je možné jej využít i v expoziční fázi výuky, např. během výkladu a promítání prezentace Alkaloidy. Úlohy byly navrženy tak, aby byl pracovní list pestrý a nebyl zaměřen pouze na pamětní reprodukci poznatků, ale vyžadoval i vyšší úroveň poznávacích operací.

ÚLOHA S GRAFEM



GRAF 1 - SPOTŘEBA CIGARET V ČR (Zdroj: Český statistický úřad)

- Seřadte roky podle počtu spotřebovaných cigaret na osobu od nejnižšího po nejvyšší (zahrňte pouze údaje mezi lety 1997-2002).
- V jakých letech se projevoval nárůst spotřeby cigaret oproti předchozím rokům?
- V jakém roce byla spotřeba cigaret na obyvatele nejnižší?
- V jakých letech klesla spotřeba cigaret pod 1900 ks/ 1 obyvatele ČR
- Zkuste odhadnout jaká je průměrná roční spotřeba cigaret na 1 obyvatele v ČR mezi lety 1989-2012

Obr. 5 – Ukázka pracovního listu – úloha s grafem

Projekt Kouření

Projekt Kouření je zaměřen na prevenci. Cílem projektu je vytvoření krátkého videa nebo prezentace na jedno z následujících témat: Historie kouření, Stop kouření/Proč nekouřit – reklamní spot, Zdravotní důsledky kouření, Škodlivé látky v cigaretovém dýmu (kromě nikotinu), Odvykání kouření (potřebné informace, tipy), Nikotin, Biologické okénko – Rostliny rodu Tabák (*Nicotiana*) a Tabákový průmysl.

Po domluvě s vyučujícím je možné navrhnout vlastní téma týkající se kouření. Výsledný projekt žáci prezentují před celou třídou. Organizační forma výuky je skupinová práce. Rozsah projektu je navržen na šest vyučovacích hodin.

Byla zvolena různorodá témata zahrnující prevenci, chemické, biologické, historické i společenské souvislosti. Zároveň bylo cílem naplnit další požadavky na výuku dle RVP G. Projekt tak zahrnuje průřezová témata Osobnostní a sociální výchova, dále obsahuje i prvky Mediální výchovy [3]. Má jasné mezipředmětové

propojení Chemie, Biologie, Výchovy ke zdraví, Informatiky a informační a komunikační technologie. V průběhu projektu jsou rozvíjeny následující klíčové kompetence: pracovní, komunikativní, občanské, sociální a personální. Výchovně-vzdělávací cíle projektu jsou:

- žák vyjmenuje a zhodnotí negativní dopady kouření na zdraví člověka,
- žák zhodnotí příčiny kuřáctví, vliv rodiny, okolí, médií,
- žák pracuje v týmu, kooperuje s členy skupiny při přípravě společného díla,
- žák využívá dostupné služby informačních sítí k vyhledávání informací, ke komunikaci, k vlastnímu vzdělávání a týmové spolupráci,
- žák využívá nabídku informačních a vzdělávacích portálů, encyklopedií, knihoven, databázi a výukových programů.

Projekt Jedovaté a užitkové rostliny

Mezipředmětový projekt Jedovaté a užitkové rostliny spojuje především předměty Chemie a Biologie. Hlavním výstupem projektu je vytvoření plakátu – kapitoly z encyklopedie – o vybrané rostlině obsahující alkaloidy. Organizační forma výuky je skupinová práce, rozsah projektu je navržen pro čtyři vyučovací hodiny.

Téma projektu bylo vybráno opět s ohledem na RVP G – kromě mezipředmětové vazby Chemie s Biologií, projekt propojuje i předměty Výchova ke zdraví, a Informatika a informační a komunikační technologie. V projektu jsou zahrnuta průřezová témata: Osobnostní a sociální výchova a Mediální výchova.

V rámci projektu jsou rozvíjené následující klíčové kompetence: pracovní, komunikativní, občanské, sociální a personální. Výchovně-vzdělávací cíle projektu jsou:

- žák charakterizuje vybranou rostlinu, uvědomí si a zhodnotí její význam,
- žák dává do souvislosti naučené poznatky s praxí,
- žák pracuje v týmu, kooperuje s členy skupiny při tvorbě společného díla,
- žák samostatně vyhledává a třídí informace,
- žák využívá nabídku informačních a vzdělávacích portálů, encyklopedií a knihoven.

Každá skupina vytvoří v rámci projektu plakát popisující vybranou jedovatou nebo užitkovou rostlinu obsahující alkaloid či alkaloidy a bude jej před třídou prezentovat. Žáci musí splnit předem daná kritéria:

1. Plakát by měl obsahovat následující fakta:
 - Název rostliny – česky, latinsky, anglicky
 - Zařazení do systému, popis, charakteristika
 - Obrázek, fotografii
 - Výskyt (event. pěstování – státy)

- Látkové složení (jedovaté, návykové látky...), vzorec alkaloidu
 - Účinky, využití, zajímavost
2. Více různých zdrojů – z toho alespoň 2 tištěné
 3. Použité zdroje na dolním okraji plakátu malým písmem
 4. Časové omezení výstupu 5 min.

Didaktický test Alkaloidy

Při tvorbě kontrolního testu byla použita metoda seznamu výukových cílů. Cílem testu je kontrola osvojení probraného učiva na konci tématu. Jedná se o nestandardizovaný test výsledků výuky. Test byl vytvořen ve dvou verzích – A a B a obsahuje vždy sedm úloh na 1-2 stranách formátu A4 (ukázka úlohy na obr. 6).

3. Doplňte slova a sousloví chybějící v textu. (4b)

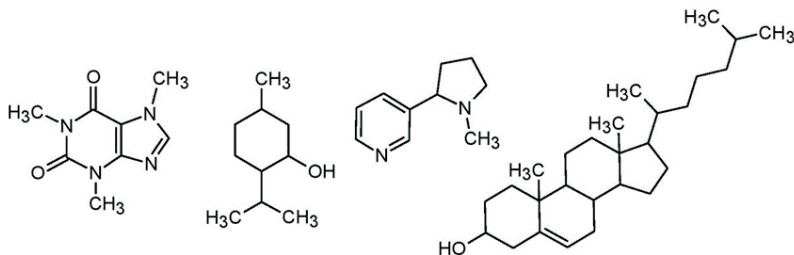
Význam alkaloidů pro organismy, které je vytvářejí, není přesně znám. V případě rostlin je nejpravděpodobnější, že se jedná o Mají výrazný fyziologický účinek na, především ovlivňují..... Vzhledem k tomu se řada z nich využívá, některé jsou také významnými Mnohdy se jedná o látky, které jsou často zneužívány jako, např. nebo

Obr. 6 – Ukázka didaktického testu verze A – úloha 3

V testech jsou použity různé typy učebních úloh: úlohy s otevřenou odpovědí jednoznačnou, úlohy s otevřenou odpovědí nejednoznačnou, úloha s uzavřenou odpovědí – s více správnými odpověďmi a úloha doplňovací.

Dvě úlohy jsou zaměřeny na chemickou strukturu alkaloidů (např. Obr. 7). Čas vyhrazený na řešení testu je 15-20 min. Maximální počet bodů je 20.

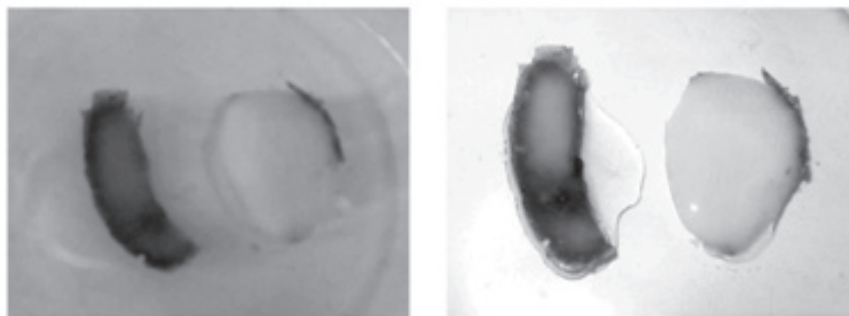
2. Vyberte, které z následujících vzorců jsou vzorce alkaloidů. (2b)



Obr. 7 – Ukázka didaktického testu verze A – úloha 2

Laboratorní úlohy – Důkaz solaninu

Jedná se o časově a finančně nenáročný experiment, o reakci koncentrované kyseliny sírové s glykoalkaloidem solaninem přítomným v zelených částech bramborové hlízy. Pozitivním výsledkem je vznik trvale červeného zbarvení. Princip reakce je podobný jako v případě důkazu cholesterolu pomocí Liebermannovy-Burchardovy reakce [11], dochází k narušení cyklopentanoperhydrofenanthrenového skeletu molekuly (solaninu) za vzniku specifického karbokationtu, který se projevuje (v případě solaninu) červeným zbarvením (Obr. 8).



Obr. 8 – Důkaz solaninu – před a po reakci

Další vhodné experimenty doplňující výuku tématu Alkaloidy jsou: Experiment na důkaz škodlivých látek v cigaretovém dýmu [12], Izolace kofeinu [13] a Izolace piperinu [14].

Návrh zařazení tématu Alkaloidy do výuky

Pro téma Alkaloidy byla navržena časová dotace čtyř vyučovacích hodin a jedné laboratorní práce (2 VH). Příklad rozložení tématu do vyučovacích hodin:

1. vyučovací hodina

- prezentace Alkaloidy snímky 1-13
- demonstrační pokus: Škodlivé látky v cigaretovém dýmu (tzv. umělý kuřák) [12]

2. vyučovací hodina

- prezentace Alkaloidy snímky 15-23
- pracovní list Alkaloidy

3. vyučovací hodina

- prezentace Drogy (úvodní snímky, výběr zástupců)

4. vyučovací hodina
 - kontrolní test
5. Laboratorní práce:
 - žákovské pokusy: Sublimace kofeinu [13]/ Izolace piperinu [14]
 - demonstrační pokus: Důkaz solaninu

Závěr

Vytvořené výukové materiály by měly přispět k obohacení výuky chemie na gymnáziích, autorky věří, že vytvořené materiály budou užitečnou pomůckou pro učitele chemie a poslouží k rozvoji a aktivizaci jejich žáků. Výukové materiály na téma Alkaloidy budou v blízké době dostupné na www.studiumchemie.cz.

Poděkování za finanční podporu

Děkujeme za finanční podporu UK v Praze programu PRVOUK.

Literatura

- 1 MŠMT. Metodické doporučení k primární prevenci rizikového chování u dětí a mládeže, [online] č. j. 21291/2010-28. [cit. 2015-04-07] Dostupné z: <http://www.prevence-praha.cz/attachments/article/123/Metodicke%20doporuceni%20k%20primarni%20prevenci%20rizikoveho%20chovani.pdf>.
- 2 HUVAROVÁ, M. Nejpoužívanější středoškolské učebnice chemie na gymnáziích. Olomouc, 2010. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Doc. RNDr. Marta Klečková, CSc.
- 3 MŠMT. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G Praha: Národní ústav pro vzdělávání, 2007, 104 s. ISBN 978-80-87000-11-3.
- 4 MŠMT. Národní program rozvoje vzdělávání v České republice. Praha 2001. ISBN 80-211-0372-8.
- 5 Atlaskolstvi.cz [online] *Databáze základních, středních, vysokých, jazykových, nebo vyšších odborných škol v ČR*. Brno: P. F. art spol. s r.o. © 2012-2015. [cit. 2015-04-25] Dostupné z: <http://www.atlaskolstvi.cz/>
- 6 KOLÁŘ, K. a kol. *Chemie pro gymnázia*. 2., upr. a dopl. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 2005. ISBN 80-723-5283-0.
- 7 ŠKODA, J a kol. *Chemie 8: pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2006, 3 sv. ISBN 80-723-8442-2.
- 8 Národní monitorovací středisko pro drogy a závislost: Výroční zpráva o stavu ve věcech drog v ČR v roce 2011, [online]. Praha 2012. [cit. 2015-04-07]. Dostupné z: <http://www.drogy-info.cz/index.php/content/>

download/170065/716810/file/Vyrocní_zpráva_o_stavu_ve_vecech_drog_v_CR_2011_v2.pdf.

- 9 Sekretariát Rady vlády pro koordinaci protidrogové politiky. Národní strategie protidrogové politiky pro období 2010 až 2018, [online]. Úřad vlády České republiky, Praha 2010, [cit. 2015-04-7] Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/soubor/narodni-strategie-protidrogove-politiky-2010-2018-pro-jednani-pdf.aspx>.
- 10 FANTOVÁ, A. Alkaloidy – výukové materiály pro SŠ. Praha, 2016. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze. Vedoucí práce RNDr. Simona Hybelbauerová, PhD.
- 11 BURKE, R. W., DIAMONDSTONE, B. I., VELAPOLDI, R. A., MENIS, O. Mechanisms of the Liebermann-Burchard and Zak color reactions for cholesterol. Clin Chem 1974, vol. 20, No. 7, p. 794–801.
- 12 ŠULCOVÁ, R., BÖHMOVÁ, H. „Kuřák“ Škodlivé látky v cigaretovém dýmu. In Netradiční experimenty z organické a praktické chemie. UK v Praze, Přírodovědecká fakulta. Praha: 2007. ISBN 978-80-86561-81-3. Dostupné také [online] z: http://rena.sulcova.sweb.cz/netradicni_experimenty/Netradicni_experimenty.pdf.
- 13 ŠULCOVÁ, R., BÖHMOVÁ, H. Sublimace kofeinu. In Netradiční experimenty z organické a praktické chemie. UK v Praze, Přírodovědecká fakulta. Praha: 2007. Str. 59 – 60 ISBN 978-80-86561-81-3. Dostupné také [online] z: http://rena.sulcova.sweb.cz/netradicni_experimenty/Netradicni_experimenty.pdf.
- 14 OPATOVÁ, M. Piperin. In Chemické experimenty s přírodními látkami se zaměřením na vzdělávání. Praha, 2014. Disertační práce. Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze. Vedoucí práce RNDr. Simona Hybelbauerová, PhD.

Fantová Adéla, Hybelbauerová Simona

*Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta v Praze,
Česká republika*

simona.hybelbauerova@natur.cuni.cz

Школьный инженерно-исследовательский проект в области биотехнологии

Введение

Проектная деятельность в школе в Российской Федерации – относительно новая дисциплина, сложности в понимании понятия «проектной деятельности» являются следствием малого опыта работ в этом направлении. Согласно ФГОС СОО РФ метапредметные результаты освоения основной образовательной программы должны отражать владение навыками проектной деятельности, владение умениями проводить учебные исследования, в том числе с использованием простейшего моделирования и проектирования природных, социально-экономических и геоэкологических явлений и процессов и т.д. (Министерство образования и науки Российской Федерации, 2012). Цель проектно-исследовательской деятельности учащихся – формирование универсальных учебных действий в процессе проектно-исследовательской деятельности учащихся. Проблема определения тематик проектной деятельности обучающихся в настоящее время является весьма актуальной, как для учителей, так и для обучающихся и их родителей. Одним из вариантов решений данной проблемы в естественно-научной области является выполнение проектно-исследовательских работ биотехнологического направления. Сложности, возникающие при выполнении таких работ в виду нехватки материально-технического обеспечения и пр. может быть решена при помощи привлечения как материально-технических, так консультативных ресурсов ВУЗов. В статье описан опыт проектно-исследовательской работы обучающихся школы в биотехнологической области с привлечением ресурсов ВУЗа, приведены наиболее значимые этапы работы над проектом.

Проектно-исследовательская деятельность в области биотехнологии

В настоящее время развитое исследовательское поведение рассматривается уже не как узкоспециальная личностная особенность и от современного образования требуется уже не простое фрагментарное включение методов исследовательского обучения в образовательную практику, а целенаправленная работа по развитию исследовательских способностей, специально организованное обучение детей умениям и навыкам исследовательского поиска (Обухов, 2006).

Следует отметить, что темы проектов должны выбираться с учетом интересов и способностей, склонностей к тому или иному направлению самих обучающихся, так как часто именно хорошая, интересная работа может стать тем самым первым осознанным шагом, который поможет

в выборе будущей профессии ребенка. Важно подчеркнуть и тот факт, что обучающийся во время работы над проектом начинает глубже понимать и видеть достоинства и недостатки выбранного им профессионального направления. Ребята сталкиваются не только с красивой “картинкой”, но и начинают понимать рутинную составляющую той или иной выбранной профессии, учатся работать и преодолевать психологические барьеры в коллективе. Работа ведется не только со школьными друзьями, но и с ребятами, с которыми ранее общение было минимально. Важно и другое – теоретические знания, полученные в рамках школьной программы, начинают обретать смысл и значимость, в особенности в проектных работах прикладного характера.

В настоящее время одним из перспективных и достаточно интересных, хотя и сложных, направлений прикладного значения является биотехнология.

Предварительно следует конкретизировать, что следует понимать под термином «биотехнология».

Ниже представлены определения термина “Биотехнология”. Существует достаточно большое количество определений, ниже приведены некоторые из них:

- Самое первое упоминание термина известно из работы венгерского инженера Karl Egeky (1919): *“Биотехнология – это все виды работ, при которых из сырьевых материалов с помощью живых организмов производятся те или иные продукты”*.
- Из дефиниции Бирюкова (2004) вытекает, что биотехнология – *“это целенаправленное получение ценных для различных областей человеческой деятельности продуктов, в процессе которого используется биохимическая деятельность микроорганизмов, изолированных клеток животных и растений или их компонентов”*.
- *„Биотехнология – это наука, которая на основе применения знаний в области микробиологии, биохимии, генетики, генной инженерии, иммунологии, химической технологии, приборо – и машиностроения использует биологические объекты (микроорганизмы, клетки тканей животных и растений) или молекулы (нуклеиновые кислоты, белки, ферменты, углеводы и др.) для промышленного производства полезных для человека и животных веществ и продуктов“* (Никулников и Кретинин, 2007).

В настоящее время ведутся дискуссии о том, какое же определение истинно. Однако, не у кого не вызывает сомнения утверждение, что биотехнология – направление мультидисциплинарное, которое основывается на достижениях разных наук и дисциплин – математики, физики, химии, биологии, микробиологии, экологии, предметов инженерного направления

(Smith, 2009). Таким образом, биотехнология является ярким примером интеграции технических и естественно-научных дисциплин. Благодаря чему возможность работы именно в рамках инженерных проектов биотехнологических тематик является неоспоримым. Таким образом, идея проектного обучения, направленного на приобретение метапредметных навыков полностью реализуется.

Значение биотехнологии трудно переоценить – результаты работы биотехнологов используются в пищевой промышленности, сельском хозяйстве, сфере защиты окружающей среды, в медицине, в биоэнергетике и т.д. (Бирюков, 2004) а (Smith, 2009), поэтому актуальность работ подобной тематики также не вызывает сомнения.

Интересно, что на основе одного большого проекта, возможно реализовать целую серию взаимосвязанных проектов, составляющих единую тему, которую целесообразно рассматривать, анализировать, последовательно изучать, все глубже вникая в проблему, рассматривая различные ее аспекты (Обухов, 2006).

Работа над основной проблемой, на решение которой направлен проект строится по стандартному алгоритму – это проблематизация, целеполагание, планирование, реализация, рефлексия (Кузнецова, 2015).

Методика проведения проектно-исследовательской работы

Ниже приведен план работ над уже завершенным проектом с раскрытием основных этапов работы. Проект был посвящен разработке аппарата для поглощения углекислого газа на основе жизнедеятельности микроводорослей для замкнутых помещений. Микроводоросли – морские и пресноводные фотосинтезирующие эукариотические микроорганизмы, которые могут использоваться в различных отраслях человеческой деятельности (Gualtieri a Barsanti, 2005) а (Мальцевская и Бирюов, 2011). Работа велась на двух основных площадках – в ВУЗе и в школе (в рамках договора о сотрудничестве между двумя сторонами). Проект выполнен в малой группе, состоящей из трех участников. Каждый из участников отвечал за свою часть работы (которая по своей сути являлась самостоятельным законченным проектом):

1. Влияние углекислого газа на человека, экспериментальное исследование концентрации углекислого газа в различных помещениях школы, рекомендации по снижению концентрации углекислого газа в школе;
2. Экспериментальное исследования влияния спектрального состава света на рост микроводорослей, рекомендации по оснащению осветительными элементами аппарата для поглощения углекислого газа.

3. Теоретическое исследование различных видов аппаратов по культивированию биомассы микроводорослей (фотобиореакторов).

Далее разработка, конструирование и сборка аппарата в соответствии с рекомендациями всех участников проекта. В табл. 1 приведен ход работы над вышеописанным проектом с указанием наиболее интересных событий.

Результаты и обсуждения

Основные итоги работы – проведенные обучающимися школы настоящие исследования, результаты которых легли в основу работы аппарата, который был разработан и изготовлен самими участниками проект.

Знания, полученные в ходе курса школьной программы, были достаточны для освоения новых методик, необходимых для реализации проекта. В результате работы над проектом обучающиеся получили большой опыт не только с инженерно-научной точки зрения, но и опыт презентации продукта, защиты своих идей, опыт работы в команде.

Ведение части работ в стенах ВУЗа дало возможность обучающимся школ познакомиться со спецификой работы и проведения исследований в высшем учебном заведении, пообщаться со студентами разных курсов, которые консультировали их в освоении некоторых методик, необходимых для проведения работ по проекту.

Заключение

Достоинством исследовательского метода организации учебной деятельности является привитие учащимся навыка сотрудничества. В рамках данного проекта участники исследовательской деятельности не замыкаются на личностных интересах, учатся видеть проблемы и интересы своих партнеров и понимать, что результаты их исследований будут использованы для анализа полученных данных и формулирования выводов.

Проектное обучение направлено на приобретение метапредметных навыков. То есть навыков, не относящихся к определенной дисциплине, и подразумевает использование знаний, полученных в ходе изучения нескольких дисциплин. Однако поиск тематики проекта, который мог бы отвечать основным требованиям, таким как метапредметность, применение исследовательского обучения часто бывает сложен. Одним из вариантов решения данной проблемы является «отход» от школьной программы и поиск стыковых направлений науки, где узкопредметные знания из разных предметных областей получают развитие в прикладных проектах. Для естественно-научного направления можно предложить такие варианты, как различные направления биотехнологии (экологическая, промышленная, пищевая и т.д.).

Таблица 1 – Основные этапы и события проекта

Этап проекта	Результаты	События проекта
Проблематизация	Проблема – снижение концентрации углекислого газа	Участникам проекта предложено подумать над биотехнологическим способом решения проблемы
Целеполагание	Поставлена цель и задачи перед каждым участником проекта	Каждый участник выбирает наиболее близкую для него часть работы, перед ним ставится своя задача для достижения общей цели
Планирование	Для каждого из участников составляется план работ, который взаимосвязан с планами других участников малой группы	Одному из участников предложено работать непосредственно с биологическим объектом – микроводорослями. Работа с биообъектами имеет свою специфику, так как живые организмы не подчиняются расписанию, «не знают» выходных и праздничных дней.
Реализация	<p>Теоретическая часть: подготовка обзора литературы по проблеме; знакомство с основными методами, применяемыми для решения сходных проблем в России и в мире.</p> <p>Практическая часть: проведение исследований, обработка результатов, представление экспериментальных данных в виде графиков, таблиц и пр.</p> <p>Обсуждение результатов. Разработка схемы аппарата и поиск конструктивных решений. Изготовление аппарата.</p> <p>Презентация проекта.</p>	<p>В ходе работы над проектом обучающиеся познакомились со спецификой работы с научной литературой. Научились правильно оформлять результаты своих теоретических исследований. Познакомились с основными методами работы в микробиологической лаборатории (подготовка питательных сред, методы стерилизации, методы культивирования фототрофных микроорганизмов, методы количественного учета прироста биомассы). В процессе работы участники проекта ощутили свою ответственность за получение результатов. Познакомились с технической частью биотехнологического производств. Познакомились с особенностями презентации проекта с широким кругом слушателей.</p>
Рефлексия	В результате работы над проектом у обучающиеся получили опыт работы в команде, где каждый вносит в общее дело свою часть работы и несет за неё ответственность. Важно и то, что после работы над проектом, после защиты его защиты, у участников появились новые идеи модернизации аппарата.	Участие в международных выставках, на различных конкурсах и фестивалях, где участники проекта представляли свой продукт, заставили самих ребят посмотреть на результат своего научно-технического творчества с разных точек зрения, следствием такого опыта является осознание ребятами своего вклада, дальнейших перспектив использования результатов этого проекта и ответственности за свою работу перед обществом.

Благодарности

Автор выражает благодарность педагогическому коллективу Гимназии 491 «Марьино», в частности Баданову А.В., Вороновой М.А., Деноткиной О.А. и Морозовой Л.В. за помощь в организации работы над проектом, за их поддержку и профессиональную помощь.

Список литературы

- БИРЮКОВ, Валентин. *Основы промышленной биотехнологии*. Москва: Колос, 2004. ISBN 5-9532-0231-8
- EREKY, Karl. *Biotechnologie der Fleisch-, Fett-, und Milcherzeugung im landwirtschaftlichen Grossbetriebe: für naturwissenschaftlich gebildete Landwirte verfasst*. Berlin: Parey, 1919
- Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (10-11 кл.). In: *Министерство образования и науки Российской Федерации* [online]. 2012 [cit. 2016-11-19]. Dostupné z: <http://минобрнауки.рф/документы/2365>
- GUALTIERI, Paolo a L. BARSANTI. *Algae: anatomy, biochemistry, and biotechnology*. Boca Raton: Taylor & Francis, 2006. ISBN 0849314674
- КУЗНЕЦОВА, Ольга. ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГУЛЯТИВНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ. *ЯРОСЛАВСКИЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК*. Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского, 2015, (1), 5. ISSN 1813-145X.
- МАЛЬЦЕВСКАЯ, Надежда и Валентин БИРЮКОВ. Применение мерцающего света при культивировании *Chlorella sp.* как способ снижения энергозатрат при очистке стоков и газовых выбросов. *Вода: Химия и экология: Всероссийский научно-практический журнал*. Москва, 2011, (2), 5. ISSN 2072-8158.
- НИКУЛЬНИОВ, Владимир и Владимир КРЕТИНИН. *Биотехнология в животноводстве: Учебное пособие для вузов по спец. 110401 – Зоотехния*. Москва: Колос. ISBN 978-5-10-003966-2.
- ОБУХОВ, Алексей. *Развитие исследовательской деятельности учащихся*. Москва: Прометей, 2006. ISBN 5-7042-1642-0.
- SMITH, John E. *Biotechnology*. 5th ed. New York: Cambridge University Press, 2009. ISBN 978-0-521-88494-5

Nadezhda Maltsevskaya¹, Karásková Natálie²

¹ Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение города Москвы «Воробьевы горы» (ГБПОУ «Воробьевы горы») Москва, Россия

² Факультет Естественных наук, Университет Градец Кралове (УНК), Градец Кралове, Чешская Республика

maltsevskaya@yandex.ru
natalie.karaskova@uhk.cz

Reformy szkolne a nauczanie Przyrody

1. Miotani falami reform

Stan oświaty mierzymy zasobnością portfeli obywateli, ale nie dziś, tylko za jakieś 25 lat. Bez wątplenia system edukacji narodowej, ten sprzed ponad ¼ wieku odniósł sukces: w okresie od 1990 roku Polska uzyskała stabilność polityczną oraz podwoiła dochód narodowy w porównaniu do innych państw, włączając RFN. Dość paradoksalnie, nieoczekiwane pozytywne zmiany polityczne i ekonomiczne w Polsce, wyzwoliły chęć wysoce spontanicznej¹ reformy edukacyjnej. Jak pisze prof. Bogusław Śliwerski [1]: „W post-socjalistycznej Polsce każdy w kolejnych ministrów edukacji podejmował decyzje o zmianach oświatowych tak, jakby nie wymagały one specjalistycznej wiedzy, w tym przypadku pedagogicznej. Nie oznacza to jednak, że żaden z nich nie sięgał po opinię środowisk akademickich, ale wiele kluczowych dla oświaty decyzji podejmowano pod ciśnieniem głosu ludu lub woli większości, najczęściej rozumianej jako większość parlamentarna, czyli określonej i będącej u władzy partii politycznej.”

Jakie były najbardziej tragiczne w skutkach założenia reformy z 1997 roku? Najbardziej rzucającym się w oczy, wskazującym na brak rozeznania międzynarodowego, było wprowadzenie gimnazjów. Istniały one w Polsce jeszcze krótko po wojnie², formalnie istnieją one w RFN i Belgii, ale zintegrowane z 4-5 letnią szkołą podstawową, zob. ryc.1 z wykładu [2] na sesji dydaktycznej Zjazdu Polskiego Towarzystwa Fizycznego w Warszawie w 2005 r.; podobnie dwa pierwsze lata włoskiego liceum też są nazywane gimnazjum. W Polsce zasadniczą wadą, jasną do przewidzenia już w 1997 roku jest „przerośnięcie” uczniów: do gimnazjum wchodzi oni w wieku tzw. dojrzewania, o dwa lata później niż ich włoscy koledzy (tam szkoła podstawowa trwa 5 lat). Przywołując

¹ *Z reformą tą, autor, pracujący wówczas od 12 lat we Włoszech, spotkał się w Toruniu, 19 lutego 1998 roku, przy okazji święta UMKi: wykład miał ówczesny Minister Handke (profesor Akademii Górniczo-Hutniczej, geolog z wykształcenia). W stwierdzeniu Ministra, reforma, jasno dla ekonomisty prowadząca do rozwarstwienia edukacyjnego (osoby zasobne lokują dzieci na studiach za granicą, nie w Polsce, nie mówiąc o rankingach liceów i korepetycjach z tymi rankingami związanych) miała na celu „wyrównanie szans edukacyjnych” – co oczywiście było celowo wprowadzającym w błąd frazesem.*

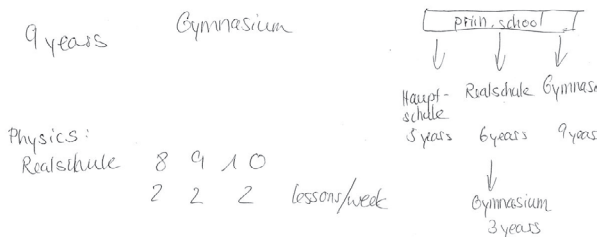
² *We Włoszech zostały wprowadzone w 1927 roku przez tzw. reformę Gentilego, filozofa o orientacji idealistycznej, ministra w rządzie Mussoliniego. W czasach faszystowskiej modernizacji państwa włoskiego, w warunkach powszechnego analfabetyzmu, istniały dla takiej reformy przesłanki. Przez ostatnie 50 lat podejmowano szereg prób zreformowania gimnazjów, niestety nadal pozostają one najslabszym ogniwem włoskiego systemu edukacji. Na szczęście, nadzwyczaj dobrze działająca edukacja przedszkolna, uformowana przy współobecności Marii Montessori, oraz 5-letnie, klasyczne liceum, nadrabiają braki włoskiego gimnazjum.*

wspomniany wykład [2]: „zbyt krótki cykl edukacyjny, bez jasno postawionych celów naukowych, w warunkach braku kontroli nauczycieli nad nieformalnym związkami uczniów” nie mógł nie doczekać się krytyki. Niestety – spóźnionej: cytując najwybitniejszego żyjącego fizyka teoretyka, prof. Lwa Pitajewskiego: „nie ma nic gorszego, niż próba reformowania nieudanych reform”.

Basic	6y				
	6→12				
Sec	1	} Middle Schools : no Phys			
	2				
	3		} "Upper" Sec		
	4				
		Non Science	Science	"Math	
		Math & Science	Math + Science	- Science	
3rd	1h Phys/Bio	2h each			
4th	1h " " "	2h each			
4th choice	5th	2h "Nat Science"	14h 2h Phys (1h) 2h Bio	1h each	
	6th	" "	1h Geo	(1) 1h each	

6 years different in Bundesländer (BL)
 5½ years Berlin

4 years elementary school
 in some (BL) 6 years



Ryc.1. Porównanie realizacji systemów edukacji w Belgii (źródło: prof. Wim Peters, Uniwersytet w Antwerpii) i Niemczech (źródło: dr Izabela Martin, Freie Universität Berlin). Systemy europejskie są zróżnicowane, ale ani w Anglii, ani we Francji ani we Włoszech nie jest on ani 6+3+3 ani 8+4.

Reforma z 1997 przeorientowała szkoły na egzaminy testowe, jak to przyznają nawet polscy eksperci OECD [3]. Wprowadzenie gimnazjów pozwoliło na istotne podniesienie wyników testów PISA, ale eksperci piszą jasno, że po reformie celem nauczyciela stały się testy, trudności edukacyjne zostały jedynie przesunięte na wyższy stopień nauczania, a różnice poziomu osiągnięć uczniów nawet pogłębiły się³. Po 20 latach od wprowadzenia reformy tak pisze [4] prof. Bożena Chrząstkowska, współautorka programów w zakresie języka polskiego: „Są szkoły prywatne bardzo dobre i niekoniecznie dobre, są działające uczciwie, bez konieczności korepetycji i takie, które tylko tym się ratują. Wszystko jest inaczej prowadzone, a jedyne, co szkoły łączy, to egzamin maturalny. Liczy się powiem tylko wynik, nie ma czasu i potrzeby skupienia się na procesie kształcenia i wychowania.”

Dużo trudniejszym do negatywnej identyfikacji (ale zob. winieta autora z 1997 roku na rys. 2a) było wprowadzenie rozmytego przedmiotu o nazwie Przyroda. Istnieje on np. we włoskiej szkole podstawowej i poświęca mu się sporo czasu, ale, jak to omawiamy w części analitycznej, jest on interdyscyplinarny a odpowiedni kierunek studiów nauczycielskich jest jednym z prestiżowy i prowadzony tylko na największych uczelniach, jak Bolonia i Padwa. „Przyroda” w polskiej szkole podstawowej po 1997 roku pozostała, jak dawniej, jedynie zbiorem elementów *znajomości środowiska*, niewiele wychodzącym poza „Zoologię” [5] Arystotelesa⁴, a nie definiowaniem pojęć, ich porządkowaniem i poszukiwaniami wzajemnych zależności – rozczłonkowanymi od czasu Galileusza, Linneusza, Humboldta na fizykę, biologię, geografę, ale obecnie ponownie scalanymi. Zupełnie nieprzygotowane była też reforma programowa wprowadzająca Przyrodę w liceum, jako paliatyw dla fizyki, chemii, biologii a bez jasnych celów i treści.⁵

3 “64. Table 7 gives estimates of the relative difference between achievement of students in vocational and other tracks in 2000 and in 2006, separately for the tenth and eleventh grades. The results are striking. While the overall mean performance of Polish students improved significantly, the difference between students in vocational and other tracks remained almost the same, and even increased for 17-year-olds. Thus, the stratification of Polish students in the old secondary school system remains under the new name of upper secondary schools.” [3]

4 Tak na przykład pisze Arystoteles o głowonogach: „Sepia [mątw], kalmar mały i wielki mają twarde części wewnątrz – w okolicy grzbietowej ciała. W sepii noszą one nazwę sepium, w kalmarach mieczyk. Te dwie kości są zgoła odmiennie. Sepium jest mocne i szerokie, pośrednie między ością i kością, zawiera substancję gąbczastą i łamliwą, podczas gdy ta część jest u kalmara cienka i bardziej zbliżona do chrząstki”.

5 Jak przyznają eksperci, którzy przygotowywali podstawy programowe, nie było jasnej idei, do czego ten przedmiot ma służyć i jakie ma zawierać tematy (informacja prywatna). W opinii dr Chris Stuchbury z Open University, nauczanie Przyrody w liceum a nie w gimnazjum jest „upside-down” (informacja prywatna)



1

PODSTAWA PROGRAMOWA PRZEDMIOTU PRZYRODA

III etap edukacyjny

przedmiot uzupełniający

		1. Fizyka	2. Chemia	3. Biologia	4. Geografia
C. Nauka wokół nas	17. Uczenie się	17.1	17.2	17.3	17.4
	18. Barwy i zapachy świata	18.1	18.2	18.3	18.4
	19. Cykle, rytmy i czas	19.1	19.2	19.3	19.4
	20. Śmiech i płacz	20.1	20.2	20.3	20.4
	21. Zdrowie	21.1	21.2	21.3	21.4
	22. Piękno i uroda	22.1	22.2	22.3	22.4
	23. Woda – cud natury	23.1	23.2	23.3	23.4
	24. Największe i najmniejsze	24.1	24.2	24.3	24.4

2

Ryc. 2. Komentarz autora do dwóch etapów reformy Handkego systemu edukacji w Polsce: 1) wprowadzenie przedmiotu Przyroda bez właściwego przygotowania programów i szkolenia nauczycieli (winieta autora z 15/10/1997, rysunek dr T. Wróblewski); 2) „szatkownica” programowa dla liceum – pomysł MEN z 2008 roku; zwraca uwagę punkt 20 „Śmiech i płacz”

Krytyka reformy Handkego po 25 latach jest już powszechna. Niestety, nie w jej istotnych elementach, ale jako wynik swoistej nostalgii za „złotymi czasami” własnego dzieciństwa. Przede wszystkim nie jest negowana późna skolaryzacja

– podobnie jest w Szwecji, ale jak porównaliśmy w [2], tam nakłady na 1 ucznia w cenach porównywalnych są trzykrotnie wyższe niż w Polsce, podobnie jak i zarobki nauczycieli.

Niestety, brak konsensusu między zwolennikami skolaryzacji w wieku 7 lat, przeciwnikami przedmiotu religia, wydawnictwami zainteresowanymi ciągłymi zmianami programów a nostalgikami systemu przeszłego nie tylko nie pozwala na stopniowe a powolne dochodzenie do pozytywnej homeostazy, ale nadal rozwija rozwiązania, które w innych systemach stanowią najgorsze elementy systemu edukacji. Proponowany przez autora system, oparty o długoletnie i różnorodne doświadczenia międzynarodowe [2] – skolaryzacja w wieku 6 lat i układ 5+3+4 nie znajduje zwolenników. Na wzajemnym „przeciąganiu przykrótkiej kody” tracą wszyscy – i nauki humanistyczne (na język ojczysty poświęca się w Polsce najmniej czasu wśród wszystkich porównywanych krajów OECD poza Islandią⁶) i nauki przyrodnicze. Jak kształtuje się dydaktyka nauk przyrodniczych w innych krajach?

2. Dydaktyka Przyrody w Europie

Poniżej omawiamy przykłady realizacji programów nauczania na różnych etapach (uniwersytet, liceum, szkolenie nauczycieli, szkoła podstawowa) i w różnych krajach.

„Exploring Science”, Open University, Anglia

Przykładem nowoczesnego, interdyscyplinarnego kursu uniwersyteckiego przedmiotu „Science” jest seria podręczników (i związany z nią program nauczania) z Open University w Milton Keynes. Uczelnia ta, największa tego typu w Anglii, od swych początków w latach 60-tych jako uniwersytet korespondencyjny, wykształciła dwa miliony absolwentów. Obecnie studiuje na niej 200 tysięcy słuchaczy. Cel statutowy tej uczelni – upowszechnienie wykształcenia wyższego, wiernie oddaje charakter kursu „Science”: umożliwienie społeczeństwu zrozumienie podstawowych problemów ekonomicznych, społecznych i etycznych **zwią-zanych** ze współczesnym rozwojem nauki. Kurs nie jest podzielony na działy fizyka, chemia, biologia, ale przeplata te same zagadnienia z różnymi dyscyplinami naukowymi.

Tom 1 „Globalne ocieplenie” [6] ma na celu zacementowanie uwagi studenta na zagadnieniu powszechnie dyskutowanym, ale nie do końca rozumianym. W rzeczywistości celem tomu jest wprowadzenie do logiki naukowej – porównywania i dyskutowania hipotez w oparciu o dane doświadczalne i modele teoretyczne. Przy okazji wprowadzane są **podsta-wowe** elementy matematyki (jak

⁶ Zob. „Education at a Glance 2010: OECD Indicators” http://www.oecd.org/document/52/0,3746,en_2649_39263238_45897844_1_1_1_1,00.html#d962010071PIG021.XLS (dostęp 15/12/2011)

skala logarytmiczna), statystyki, opracowania danych doświadczalnych, fizyki (energia, temperatura). Geografii jest poświęcony tom 2 „Ziemia i kosmos”, fizyce – tom 3 „Energia i światło”, chemii tom 4 „Poprawna chemia”, biologii tom 5 „Życie”. Zagadnienia interdyscyplinarne powracają w tomie 6 „Badając historię Ziemi”. Tom 7 „Od kwarków do kwazarów” łączy dwa krańce naszego poznania – kwarki, czyli składniki protonu i neutronu, najmniejsze struktury, jakie potrafimy doświadczalnie badać (choć nie można ich wyizolować), o rozmiarach zapewne 10-18 m i kwazary, czyli gwiazdy (a raczej pozostałości po wybuchach masywnych gwiazd) znajdujące się od nas w odległościach kilku miliardów lat świetlnych (1 rok świetlny $\approx 10^{16}$ m).

Tom zamykający serię [6], dla stworzenia ścieżki interdyscyplinarnej korzysta z tytułu „Życie we Wszechświecie”: różne elementy fizyki, astronomii, biologii i chemii składają się na historię życia. Tom ten nie unika śmiałych hipotez – czy życie mogło trafić na Ziemię poprzez komety (omawiane są badania komet za pomocą sond kosmicznych) lub meteoryty (znaleziony w 1969 roku w Murchison w Australii zawiera 2% węgla pochodzenia organicznego, przypuszczalnie z aminokwasów). 15 minut jest przewidziane na przedstawienie hipotezy Roberta Hazana (Carnegie Institution, Washington DC) z 2005 roku, że tworzenie się bardziej skomplikowanych związków organicznych mogło się odbywać na ziarnach gliny, działającej jako katalizator. W części „geograficznej” omówione są zmiany składu atmosfery Ziemi, od par magmy przez beztlenową bogatą w CO₂ do jej obecnej formy, w powiązaniu z biologią – drzewem fitogenicznym, zawierającym oprócz gałęzi eukariontów dwie inne: cyja-nobakterii i bakterii metanogennych spotykanych dziś tylko w środowiskach ekstremalnych (jak Morze Martwe). Wszystkie hipotezy poparte są najnowszymi, oryginalnymi artykułami naukowymi z najbardziej renomowanych czasopism (*Nature* i *Science*).

O ile pierwszy tom kursu *Exploring Science* wprowadza jedynie elementy matematyki jak wykresy kartezjańskie, ostatni tom może operować skomplikowanymi reakcjami chemicznymi z ich pełnym formalizmem i terminologią jak utlenianie jonów żelaza w środowisku beztlenowym (z udziałem atomów siarki) i pojęciami z genetyki, jak katalityczne RNA i rybozomy (pojęcia wprowadzone przez noblistów z 1989 roku, Sidneya Altmana i Thomasa Cecha). Odtworzenie historii życia na Ziemi jest tylko pretekstem dla całej ścieżki astronomicznej: na której w planet czy ich satelitów mogły zaistnieć warunki dla powstania życia? Student zachęcony niezwykłością innych światów ma możliwość przypomnienia sobie pojęć z geologii i geografii Ziemi. Tom kończy się pytaniem: jak możemy szukać życia poza Układem Słonecznym, tam gdzie nie docierają nasze statki kosmiczne?

Ogólnie, w całym kursie „Wprowadzenie do przyrody” uderza, w porównaniu z polskimi programami, interdyscyplinarność ujęcia, prostota narracji, brak

formalizmów, interesujące i aktualne przykłady oraz nacisk na umiejętności podstawowe, jak ocena hipotez naukowych, sporządzanie i odczyt wykresów i statystyk, zamiana jednostek miar, operowanie podstawową terminologią naukową. W przygotowaniu całej serii podręczników uczestniczyło 15 autorów oraz 20 redaktorów i/lub recenzentów.

„Teaching secondary Science”, Open University

Interdyscyplinarność i minimalizacja warstwy faktograficznej są również wyznacznikami wyższego kursu w Open University – przygotowania nauczycieli (seria „Teaching Secondary Biology; Physics, Chemistry”). Przykładowo, rozdział V tomu „Biology” [7] omawia „komunikację i kontrolę”: 1) dlaczego kontrola? 2) kontrola nerwowa u zwierząt, 3) kontrola chemiczna (hormonalna u zwierząt, mechanizmy kontrolne u roślin, homeostaza). Szczególną uwagę poświęca się poszukiwaniu *mechanizmów* – sprzężeń zwrotnych, reakcji na czynniki zewnętrzne. I tak np. regulacja temperatury u małych ssaków i jaszczurek jest diametralnie różna; dla ich wyjaśnienia korzysta się z wiedzy z fizyki, chemii, cybernetyki, fizjologii, etiologii. Ostatnia, piąta część poświęcona jest zaburzeniom kontroli – świadomym jak przez środki odurzające i przypadkowym, czyli patogenom.

W tomie dydaktyki chemii kursu [7] znajdziemy jedynie nieliczne reakcje chemiczne, natomiast niezliczoną ilość szczegółowych doświadczeń do wykonania w klasie, jak reakcje re-dox $Cl \leftrightarrow Br$, wytapianie metalicznego ołowiu z jego tlenku, reakcja glinu z tlenkami żelaza itd. Doświadczenia są szczegółowo opisane, z podanymi wymogami bezpieczeństwa, a niektóre z nich sfilmowane i umieszczone na portalu YouTube. Jest też w „Teaching Secondary Chemistry” wiele odwołań praktycznych: porównanie ilości nasyconych i nienasyconych kwasów tłuszczowych w oleju z oliwek i wątroby dorsza, kolor płomienia przy spalaniu popularnych tworzyw sztucznych, rozpoznawanie minerałów w skałach. Częścią proponowanej dydaktyki są również chemiczne mechanizmy zmian klimatu na Ziemi. Szczegółowe ścieżki poznawcze zawsze startują od „tworzenia koncepcji” (mech, lakmus, który się zabarwia inaczej w obecności octu a inaczej sody) a dopiero później definiują pojęcia (kwas, zasada) i ich własności.

Podobnie jak w „Exploring Science”, istotnymi umiejętnościami przekazywanymi w „Teaching Science” są kompetencje praktyczne – obserwacji doświadczalnej, klasyfikacji danych, obróbki statystycznej, poszukiwania korelacji, graficznego przedstawiania wyników. Nie są to kompetencje dla potencjalnych naukowców, ale niezbędne umiejętności pracownika relacjonującego podległe mu zjawiska i procesy oraz obywatela potrafiącego świadomie ocenić rolę nauki w świecie współczesnym.

„Collection Tomasino”, Liceum, Francja i Walonia

Kurs licealny stworzony we Francji (i używany również we francuskojęzycznej części Belgii), w porównaniu do podręczników polskich, uderza małą ilością formalizmów do zapamiętania oraz interdyscyplinarnością i naciskiem na wiedzę praktyczną. Przykładowo, podręcznik „Chimie” [8] do klasy I, przy omawianiu jednego z trudniejszych zagadnień jakim są reakcje red-ox (dla fizyka – wzajemny przekaz elektronów), nie podaje pełnych par reakcji z ich wzajemnie stechiometrycznymi współczynnikami. Zagadnienie jest wprowadzone poprzez przykład wytrącania się miedzi z roztworu jonów po włożeniu płytki cynkowej ($\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$); ($\text{Zn} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}^{2+}$). Natychmiast podane jest znaczenie praktyczne: 5% światowej produkcji żelaza jest rokrocznie „zżerane” przez korozję. I kolejny przykład praktyczny – puszka z aluminium, metalu bardzo reaktywnego, nie ulega korozji, bo zabezpiecza je warstwa twardego tlenku Al_2O_3 (mineralogicznie – korundu, a jubilersko – rubinu lub szafiru), samoczynnie powstającego na powierzchni. Dla zastosowań w nowych ogniwach fotowoltaicznych (tzw. Grätzela) podana jest reakcja w środowisku wodnym re-dukacji anionów I^- do jodu I_2 . W biologicznych procesach przetwarzania energii (oddechaniu komórkowym) – reakcja odłączenia protonu w nukleotydzie $\text{NADH} \leftrightarrow \text{NAD}^+ + \text{H}^+ + 2\text{e}^-$.

Porównując tematykę red-ox z innymi podręcznikami, w „Chimie” sześć stron o charakterze opisowo-wyjaśniającym (plus pół strony podsumowania) jest uzupełniona trzema doświadczeniami do samodzielnego wykonania (w klasie), jedną stroną zastosowań praktycznych oraz 4 stronami zadań, o narastającym stopniu trudności a częściowo rozwiązanymi. Chemia organiczna, w „Chimie” zaczepia uwagę na typowo francuskiej specjalności – produkcji luksusowych perfum. Fizyka, podobnie jak chemia, w kursie „Collection Tomasino” korzysta z odnośników poza-przyrodniczych, jak przykład chińskiego kompasu sprzed naszej ery jako wprowadzenie do magnetyzmu), itd. itp.

Fizyka licealna: Słowacja, Niemcy, Francja

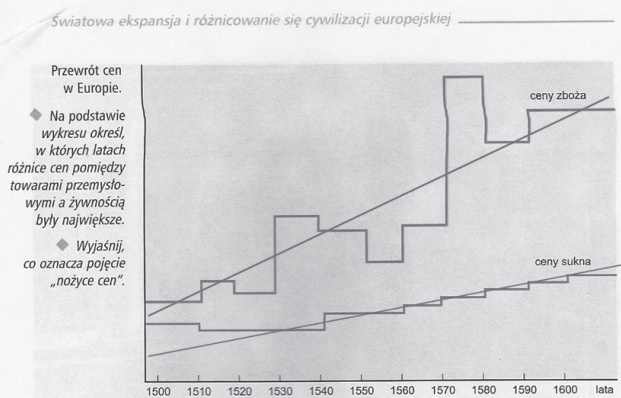
Fizyka, jest powszechnie, od Polski do Brazylii krytykowana za aksjomatyczny i formalny sposób przedstawiania Natury: pierwsze, drugie, trzecie prawo... Jednocześnie, historycznie fizyka była powodem powstawania nowych działów matematyki, jak rachunek różniczkowy, wariacyjny, rachunek macierzowy itd. Stąd ścieranie się dwóch tendencji – fizyki formalnej i fizyki „wokół nas”, zob. re-edytowany od dziesięcioleci tom Paula Hewitta [9] i niezwykle sukces interaktywnych wystaw, jak „Fizyka zabawek”⁷.

Podręczniki do fizyki pozostają w Europie bardzo zróżnicowane: od podejścia teoretycznego w tekstach włoskich [10], poprzez opisowe, humanistyczne we francuskich, do bardzo praktycznych w książkach niemieckich [11], zob. ryc. 3. We wszystkich nich – włoskich, niemieckich, francuskich, słowackich [12], znajdujemy odwołania **interdyscyplinarne** oraz przykłady zastosowań praktycznych. Podręczniki polskie natomiast dają wrażenie sprawozdania: „wszystkiego, o czym autor słyszał w szkole” a szczególnie obfitują w formalne

7 Zob. GK i in. *Fizyka Zabawek*, PAP Słupsk, 2003, <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki>

Biologia, geografia i historia: Polska, Włochy

Program polskiego liceum jest równie szczegółowy jak włoskiego, 5-letniego liceum, z 4 godzinami geografii nawet w profilu humanistycznym („klasycznym”). W odróżnieniu od opisowej i ilustrowanej książki włoskiej [13], jej polski odpowiednik, jest nasycony niezliczoną ilością tabel, schematów, map i zestawień, nie mówiąc o przytłaczającej ilości specjalistycznych terminów: strefy klimatyczne to zbiór wykresów temperatury i opadów, bez zdjęć krajobrazu, bez odnośników do fauny i flory, bez atrakcji turystycznych itd., itp.



F₂:



czerwone



białe

Ryc. 4.2. Krzyżówka grochu między roślinami różniącymi się jedną cechą – barwą kwiatów

rośliny o białych kwiatach w pokoleniu F₂ (ryc. 4.2), tym bardziej że analiza krzyżówek roślin z linii czystych różniących się inną cechą, na przykład wysokością pędu, dawała porównywalne efekty.

Uzyskane wyniki krzyżówek Mendel poddał więc prostej analizie arytmetycznej – policzył wszystkie osobniki z F₂. W wypadku cechy barwy kwiatów na 929 roślin 705 miało kwiaty czerwone (75,88%), a 224 kwiaty białe (24,12%). W wyniku krzyżówki roślin różniących się wysokością pędu powstały w F₂ 1064 rośliny, z czego 787 miało pędy wysokie (73,97%), a 277 niskie (26,03%). W wypadku krzyżówki roślin różniących się cechą barwy

2

Ryc. 4. Braki w wiedzy interdyscyplinarnej autorów podręczników: 1) w książce do historii dla liceum renomowanego wydawnictwa opisane są „nożyce cen” po odkryciu Ameryki – jakoby ceny chleba rosły szybciej niż złota; w rzeczywistości, proporcja cen była stała, a ich wzrost to po prostu inflacja związana z dopływem kruszcza (właśnie z Ameryki). 2) książka do biologii, renomowanych autorów podaje statystyki (24,12%) genetyczne pozornie niezgodne z prawami Mendla; są to natomiast błędy zaokrąglenia, przy małej próbie statystycznej. Zapewne żaden z tych podręczników nie przeszedł rzetelnej recenzji ani testów dydaktycznych.

Podobnie, książki z biologii i historii, ryc. 4, przesycone są elementami wskazującymi na brak kompetencji interdyscyplinarnych i dydaktycznych autorów. Książki są pełne faktów nieistotnych dla stworzenia podstaw wiedzy, a przy tym błędnie interpretowanych.

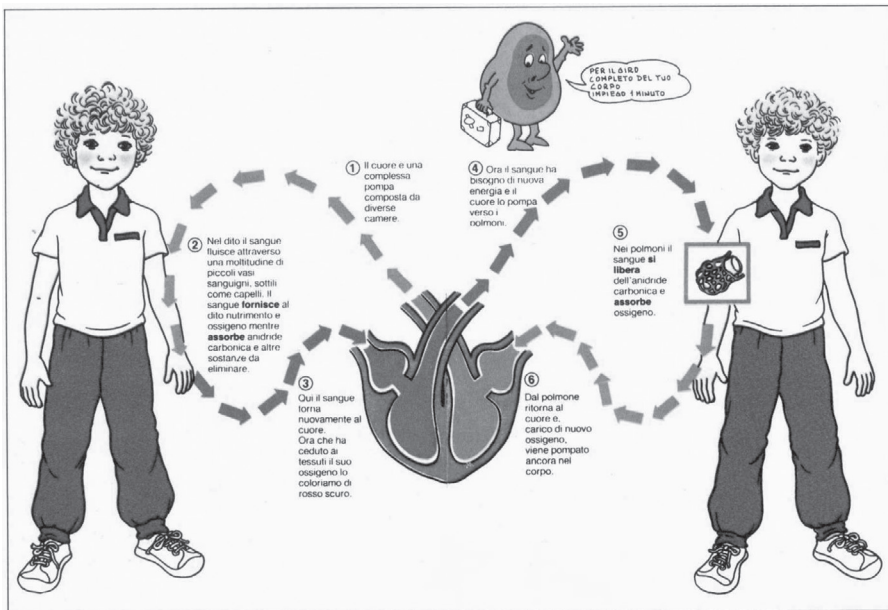
Przyroda we włoskiej szkole podstawowej

Jako że aktualnie obowiązujący polski system edukacji w zakresie szkoły podstawowej i gimnazjum bazuje na wzorach włoskich (liceum – nie!) warto zajrzeć do włoskich podręczników w zakresie przyrody: i tu zagadnienia Przyrody są wzajemnie zintegrowane. Przykładowo, przy omawianiu pojęcia ciśnienia pojawia się zarówno meteorologia (ciśnienie atmosferyczne z powszechni widzianych prognoza pogody), fizjologia (ciśnienie krwi) jak i ciśnienie wody w instalacji centralnego ogrzewania. W teście sprawdzającym wiadomości w temacie Słońce pojawiają się takie słowa, jak fotosfera, protuberancje, hel, reakcja jądrowa; w temacie komórka – błona, cytoplazma, mitochondria; w temacie człowiek – podstawowe elementy anatomii, w temacie energia – dźwignia dwu – i jednostronna [14]. Obszernie opisane są zagadnienia astronomii – charakterystyka planet Układu Słonecznego, ich wzajemne ruchy i wynikające z nich zjawiska obserwowane z Ziemi: dziś dzieci mają dostęp do obszernej faktografii w internecie a rolą książki pozostaje uporządkowanie tej wiedzy. Przeglądowo, treści (biologii + fizjologii człowieka), chemii, geografii fizycznej i (fizyki + astronomii) zajmują mniej więcej po ¼ programu; zob. rys. 5.

Science for XXI Century

Narastanie specjalistycznych kwestii w zakresie przyrodoznawstwa wyzwała konieczność cięć programowych – zdecydowania, jakie zagadnienia stanowią niezbędny dla współczesnego wykształconego człowieka. Robin Millar, w artykule „Science for XXI century” [15] ogranicza liczbę tematów do 16, zaczynając od atomu a kończąc na galaktyce

- SE1 Chemia (pojęcie substancji);
- SE2 Przemiany chemiczne (model atomu/ drobiny)
- SE3 Materiały i ich własności (łączenie struktury i funkcji)
- SE4 Współzależności między żywymi organizmami;
- SE5 Chemiczne cykle życia
- SE6 Komórka jako jednostka podstawowa organizmów żywych;
- SE7 Istnienie życia
- SE8 Genetyczna teoria dziedziczenia;
- SE9 Teoria ewolucji poprzez dobór naturalny
- SE9 Teoria chorób zakaźnych
- SE10 Źródła energii i ich zastosowania; SE11 Idea promieniowania
- SE12 Promieniotwórczość; SE14 Struktura i ewolucja Ziemi
- SE15 Struktura Systemu Słonecznego;
- SE16 Struktura i ewolucja Wszechświata

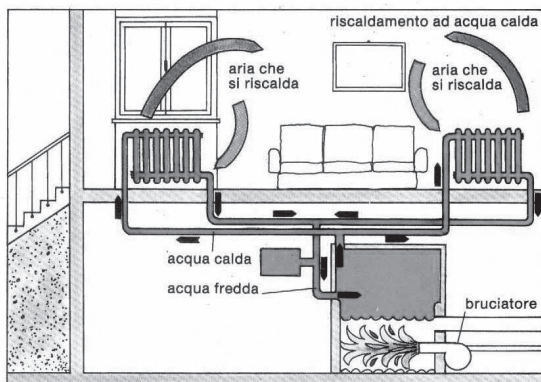


IL CALORE

Quando avviciniamo la mano a una stufetta accesa, a un fornello elettrico, a un radiatore¹ o a una fiamma noi proviamo una sensazione di **calore**.

La stufetta accesa, il fornello elettrico, il radiatore e la fiamma sono *sorgenti di calore*.

Facciamo un piccolo esperimento. Mettiamo sopra un fornello elettrico una pentolina con dell'acqua e immergiamo in essa un termometro. La co-



Ryc. 5. Uwspólnienie narracji (pojęć, schematów) w podręczniku „Przyroda” do klasy V włoskiej szkoły podstawowej [14]: podobne schematy krążenia ale inne słowa kluczowe: 1) tlen, absorpcja, pompa; 2) ciepło, temperatura, ogrzewanie.

Podobnie lakoniczna w proponowanych treściach jest pozycja z księgarni „Institute of Education” z Londynu „Learning to Teach Science in the Secondary School” [16]. Cały program fizyki, łącznie z metodologią jej nauczania, jest zawarty na 2 stronach. Autor rozdziału, S. Chapman jasno stwierdza, że fizyka szkolna jest nie-intuicyjna a jej dydaktyka wymaga szczegółowego poszukiwania przyczyn błędnych koncepcji ucznia. Istotą fizyki, jaśniej widoczną niż w innych naukach, jest natomiast jej redukcjonizm, przyczynowość, powszechność, matematyczna modelowalność, zasady zachowania, pojęcie równowagi, różnice jako przyczyna zmian, dyssypacja i nieodwracalność, symetria i jej łamanie.

3. Propozycje

Jakie zmiany można (i warto) przeprowadzić? Niestety, jak w ewolucji gatunków biologicznych, nie ma powrotu do poprzedniej ramifikacji. W kolejnej reformie warto jednak unikać błędów z lat poprzednich (brak programów nauczania, które stały się własnością autorską wydawnictw, gminna zależność **administracyjne** nauczycieli przy braku centralnych standardów ich kształcenia, brak testów efektywności dydaktycznej podręczników, polityczne interwencje w system edukacji).

W zakresie ogólnej organizacji systemu edukacji wydaje się, że:

- polska szkoła (szczególnie licea) pozostanie, niestety, jak szkoła angielska⁸, rozwarstwiona społecznie – pozostaną rankingi i wynikające z nich korepetycje, o ile oczywiście nie zmieni się społeczna percepcja wartości szkoły jako jednostki kulturotwórczej;
- rozwarstwienie należy też zaakceptować w szkolnictwie wyższym, coś na wzór elitarnych uczelni francuskich⁹, ale nie w postaci ministerialnych okólników, ale poprzez swego rodzaju dobór naturalny do poziomów i specjalności nauczania;
- w szczególności, uprawnienia do kształcenia nauczycieli powinny być udzielane na podobnych zasadach jak prawa doktoryzowania: tylko dla uczelni dysponujących odpowiednią kadrą – posiadającą właściwe tytuły naukowe i/lub pracującą naukowo w zakresie dydaktyki
- pięcioletnia szkoła podstawowa, rozpoczynana w wieku 6 lat
- trzyletnie gimnazjum, gdzie to konieczne lokalowo zintegrowane ze szkołą podstawową
- czteroletnie liceum, z 2½, na wzór angielski, kursem Sciences (fizyka, biologia, chemia, geografia-geologia) – w praktyce polskiej klasy „specjalistyczne”

⁸ *Jak przyznają autorzy angielscy, ilość studentów pochodzących z jednego tylko elitarnego liceum „Eton” na Uniwersytetach w Oxfordzie i Cambridge przewyższa ilość studentów uprawnionych do korzystania z bonów żywnościowych (czytaj: **pochodzący** z rodzin o niskich dochodach).*

⁹ *Zob. G. Karwasz, Normalna szkoła nienormalna, Głos Uczelni, UMK, 7/8, 2010, 18-19 http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Publikacje_2010/Feeding2_GK_2010.pdf*

- wreszcie, bezwzględnie, w planowy, perspektywiczny, solidny i oparty o silne wzorce moralne i kulturowe należy upowszechnić (do osiągnięcia europejskich wskaźników >90% udziału) wychowanie (i edukację) przedszkolną.

Zmiany ogłoszone 24.06.2016 (znów w Toruniu) paradoksalnie, mogą być zmianami we właściwym kierunku: przywracają 4-letnie liceum, podstawę ogólnej kultury narodu. Zależy od twórców szczegółowych programów, czy 8-letnia szkoła podstawowa będzie realizowała cykl 5+3 czy jakiś inny, bliżej nieokreślony. Należy jedynie umożliwić mobilność dzieci między szkołami (i oczywiście zapewnić powszechną skolaryzację w wieku 6 lat). Od decydentów politycznych zależy minimalizacja szkodliwych zmian formalnych.

Przyroda

Dość chaotycznie stworzony, zob. ryc. 2.1, a jeszcze gorzej wprowadzony przedmiot Przyroda w liceum, ryc. 2.2, miał szansę odegrania istotnej roli w edukacji naukowo-technicznej młodego społeczeństwa: dla uczniów klas humanistycznych był jedynym kontaktem z tymi przedmiotami po ukończeniu gimnazjum. Niestety, nie zostały przygotowane ani właściwe programy nauczania szkolnego, ani interdyscyplinarne podręczniki, ani nowe kierunki studiów nauczycielskich, ani nawet interdyscyplinarne ścieżki poznawcze.

Zmiany z 24.06.2016 nie przekreślają idei Przyrody jako przedmiotu wspólnego. W liceum sprzed reformy Handkego fizyka, chemia, biologia były realizowane na wysokim poziomie, ale tylko w niektórych, specjalistycznych szkołach; w klasach tzw. humanistycznych były to „kikuty” przedmiotów. W nowej szkole trzeba zaproponować fizykę, chemię, genetykę specyficznie przygotowaną z elementami nauk humanistycznych: gdzie współczesne odkrycia naukowe stają się realizacją dawnych idei filozoficznych – coś w rodzaju historii humanistyki, ilustrowanej dzisiejszymi naukami przyrodniczymi. Przykład takiej narracji, *in statu nascendi*, przedstawia ryc. 6.

W zakresie kompetencji transwersalnych należy przywołać wskazówki OECD (platformę AHELO¹⁰) dla wymagań w szkolnictwie wyższym: – myślenie krytyczne, – rozumowanie analityczne, – rozwiązywanie problemów, – komunikacja pisemna¹¹. Proponowane przez nas strategie dydaktyczne nazwaliśmy „hyper-konstruktywizmem” i „neo-realizmem” [17]. W warunkach powszechności informacji internetowej wystarczy sięgać do wiedzy uczniów, aby z ich odpowiedzi (na odpowiednio zadane pytania) konstruować ścieżkę poznawczą. Zasoby wiedzy są wirtualne (internetowe), więc niezbędne jest

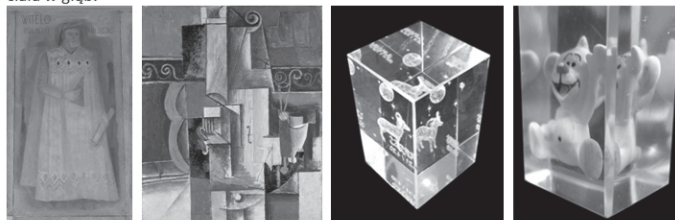
¹⁰ *Testing student and university performance globally: OECD's AHELO, OECD 2010*
http://www.oecd.org/document/22/0,3746,en_2649_35961291_40624662_1_1_1_1,00.html

¹¹ „-Critical thinking, – Analytic reasoning, – Problem solving, – Written Communication”

„sprowadzanie” uczniów na ziemię – poprzez proste doświadczenia realne, celowo wplecione w ścieżką poznawczą, ryc. 7. Dbałość o jasność wypowiedzi jest kolejnym wymogiem skutecznego przekazu¹². W zakresie Przyrody należy szukać ścieżek interdyscyplinarnych – geografii z historią i polityką, geografii z filologią klasyczną [18], chemii z fizyką i biologią, itd.

Mimo, że *Perspectiva* przypomina swoją konstrukcją nadal *Elementy* Euklidesa – jako seria twierdzeń i dowodów, Witelo opisał również urządzenia optyczne, nazwalibyśmy dziś – pomiarowe, jak peryskop, zwierciadła płaskie, sferyczne, cylindryczne. W tym sensie jego praca była krokiem w kierunku nowożytnej, doświadczalnej nauki choć pozostaje Witelo w swej argumentacji na pół drogi między Arystotelesem a współczesnym rozumieniem świata. Tak opisuje na przykład widzenie przestrzenne:

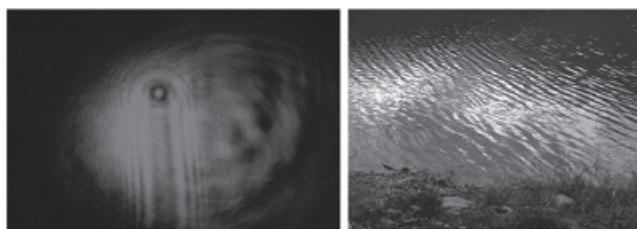
„kiedy wzrok widzi jakąś dostrzegalną dla zmysłów powierzchnię, natychmiast *zdolność oszczędzająca duszy* powie, że patrzący widzi bryłę, choćby wzrok nie dostrzegł rozciągłości ciała w głąb.”



Ryc. 1.8. a) Portret Witelona z sali „Czterdziestu” budynku Rektoratu Uniwersytetu, Palazzo del Bò w Padwie (fresk pochodzi z lat 40-tych XX wieku) ; b-d) przedstawienie brył trójwymiarowych: b) „Gitarra” P. Picassa, c-d) bryły trójwymiarowe w szklanych prostopadło-ścianach – przykład rzutowania obrazu bryły na poszczególne ściany (zbiory GK).

Ryc. 6. Widzenie 3D: od filozofii, poprzez Picassa do brył wypalanych w szkłe (materiały autora)

Na przeszkodach, jak kolec w jeziorze, fala ugina się i zmienia kierunek rozchodzenia się. Mówimy o zjawisku dyfrakcji³⁵. Zjawisko ugięcia światła na mini-lepku szpilki pokazujemy na fot. 2.58.



Fot. 2.58. Ugięcie wiązki światła z lasera na lepku szpilki (foto KS, AK) i fal na wodzie (foto MK)

Lasery pozwalają nam bez trudu zaobserwować naturę falową światła. Ba! w laserowej rurze (lub mini-strukturze w półprzewodniku) światło propagujące w lewo i w prawo również nakłada się, tworząc falę stojącą.

Ryc. 7. Sięganie do analogii życia codziennego („neo-realizm”) przy wprowadzaniu trudnych zagadnień fizyki współczesnej jak mechanika kwantowa; GK, Fizyka współczesna, Materiały Dydaktyczne ZDF UMK, 2011.

12 Zob. np. G. Karwasz, *Nauczanie fizyki – trudności matematyczne czynią nieumiejętność komunikacji? Kognitywistyka i Media w Edukacji*, No.1/ 2013, 107-114, ISSN 1643-6938

Ogólnie, „Przyroda” może odgrywać istotną rolę w całym systemie edukacji:

- w szkole podstawowej, gdzie na wzór włoski zagadnienie ciśnienia wyjaśniane jest na podstawie ciśnienie azotu w kole, krwi w tętnicach, powietrza w atmosferze;
- w szkole gimnazjalnej – gdzie kursy fizyki, chemii, geografii, biologii muszą sięgać do innych dziedzin wiedzy;
- w liceum dla humanistów skomplikowany kurs „Filozofii naturalnej” w wydaniu współczesnym: jak wielkie idee filozoficzne, np. zmienności gwiazd u Arystotelesa¹³, **na przykład**, znajdują potwierdzenie we współczesnej kosmologii (tzw. diagram Herschprunga-Russela), itd. Wymaga to bardzo intensywnej współpracy między dziedzinami – czytaj, zakładami dydaktyk nauk przyrodniczych: wymiany doświadczeń, wspólnych, interdyscyplinarnych publikacji na poziomie szkolnym, wspólnych kongresów (sic!).

Współczesna szkoła europejska jest zróżnicowana w formach, treściach i stopniach nauczania. Szkoła angielska, na którą powołują się reformatorzy programów zaczyna się w wieku 5 lat; szkoła włoska, z której pochodzi gimnazjum i „religia” ma 5-letnie liceum; w wieku 7 lat idzie się do szkoły w Rosji (szkoła bardzo selektywna), Chinach i Szwecji. Porównania OECD pokazują, że szkoła polska poświęca zdecydowanie najmniej czasu na język ojczysty (poza Islandią). Dobre wyniki Polski w testach PISA wynikają, według OECD, z pozornej reformy, przesuwającej uwagę nauczyciela na przygotowanie do testów.

Nauczanie przedmiotów przyrodniczych, w wiążących dla całej UE wytycznych politycznych (zob. tzw. „Raport Rocarda”) jest priorytetem cywilizacyjnym i ekonomicznym. Nauczanie tych przedmiotów może być też sposobem na otwarcie kulturowe młodego człowieka, o ile jest ono prowadzone w sposóbny nowoczesny: inter-esujący, inter-aktywny, inter-dyscyplinarny. W tym celu potrzebna jest permanentna, szeroka dyskusja między różnymi ośrodkami uniwersyteckimi, dyscyplinami naukowymi, przedstawicielami szkół, rodziców, młodzieży. Znakomitą rolę odgrywają w tym zakresie międzynarodowe spotkania dydaktyków w Krakowie, organizowane przez Uniwersytet Pedagogiczny¹⁴.

¹³ „*My bowiem pojmujemy gwiazdy jako ciała proste i jednostki rozłożone wprawdzie w pewnym porządku, lecz zupełnie nie żyjące, podczas gdy trzeba wiedzieć, że one rozwijają działalność i cieszą się życiem*” [5]

¹⁴ Wymieniamy kilka tylko z wielu interesujących prezentacji z 7-go Kongresu DidSci w 2016 r: P. Bieniek, *At the border of chemistry and Art – Crystals in polarized light* (str. 17), P. Cieśla, *Outdoor education* (str. 27); S. Elbanowska-Ciemuchowska *Science at elementary teaching level* (s. 30), E. Kobyłańska, *Amusing chemistry* (s. 51), M. Krzeczowska i in. *Elements of the IBSE methodology* (s. 58), M. Pietrzak, *Transmedia in education natural sciences* (s. 76), Z. Valavikova, *Interactivity in Education* (s. 94), P. D. Vasilyeva, *Interdisciplinary connection in teaching chemistry* (s. 95), zob. *7th International Conference “Research in Didactics of the Sciences” DidSci 2016, Kraków 29.06.-01.07.2016*,

Warunkiem efektywności cywilizacyjnej systemu edukacji jest jednak korzystanie z ekspertyz przy jego zmianach, a najlepiej minimalizowanie tych zmian.

Literatura

- [1] B. Śliwowski *Polska pedagogika szkolna wobec politycznych projektów oświatowych*, w: *Dokąd zmierza polska szkoła?*, pod red. D. Klus-Stańskiej, Wyd. Akademickie Żak, Warszawa, 2008, str. 39
- [2] G. Karwasz, *Nauczanie fizyki w Europie (i nie tylko)*, Wykład na sesji dydaktycznej XXXVIII Zjazdu PTF w Warszawie, <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/>
- [3] Jakubowski Jakubowski, M., Patrinos, H. A., Porta, E. E., Wiśniewski. J. (1999), *The Impact of the 1999 Educational Reform in Poland*, OECD Working Paper No. 49, OECD Directorate for Education, EDU/WKP(2010)12 www.oecd.org/pisa/pisaproducts/45721631 (dostęp 05/03/2015)
- [4] B. Chrząstkowska, J. Ciechanowska-Barnuś, *Dwugłós z życia wzięty*, Wydawnictwo Poznańskie, Poznań, 2015, str. 224
- [5] Arystoteles, *O niebie*, Księga 2, Rozdział XII, PWN Warszawa, 1980, str. 83; Arystoteles, *Zoologia*, PWN Warszawa, 1982, str. 120
- [6] N. McBride, *Global Warming*, Open University S104 „Exploring Science” series, Milton Keynes, 2006; M. M. Grady, *Life in the Universe*, tamże
- [7] *Teaching Secondary Biology*, Editor: M. Reiss, Association for Science Education Practice, The Open University Set Book, Hodder Education, London, 2011
- [8] A. Tomasino, i in., *Chimie*, Collection Tomasino, IreS, Nathan/ VUEF, Paris, 2001
- [9] P. Hewitt, *Fizyka wokół nas*, 12. edycja, PWN, Warszawa, 2014.
- [10] G. Ruffo, N. Lanotte, *Fisica. Lezioni e Problemi*, Zanichelli, Padova, 2016.
- [11] Prof. Dr. habil. Lothar Meyer, Dr. Gerd-Dietrich Schmidt, *Physic, Basiswissen Schule (5. bis 10. Klasse)*, Dudenverlag, Manheim, Leipzig, Wien, Zurich, 2005.
- [12] P. Demkanin i in. *Fizyka pre 2. ročník gymnázia a 6. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*, Združenia EDUCO, Previdza, Slivakia, 2010.
- [13] I. Neviani, C. Pignocchino, *Geografia Generale*, Società Editrice Internazionale, Torino, 1998.
- [14] C. Riccardi, *Quaderno operativo di Matematica e Scienze. Classe 5*, (Zeszyt operatywny do matematyki i przyrody) Editrice La Scuola, 2011; *Studiare e capire. Sussidario per la quinta classe*, (Studiować i rozumieć. Pomoc dla Abstracts, editors P. Bieniek, E. Rozej-Pabijan, Pedagogical University of Cracow, 2016.

klasy V) Istituto Geografico de Agostini, 1995.

- [15] R. Millar, *Twenty First Century Science: Insights from Design and Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science*, Int. J. Science Education 28 (2006) 1499.
- [16] S. Chapman, *Physics and Astronomy*, w: Learning to Teach Science in the Secondary School. A companion to school experience, edited by R. Toplis, Routledge, London, 2015.
- [17] G. P. Karwasz, *Między neorealizmem a hyper-konstruktywizmem – strategie dydaktyczne dla XXI wieku*, Problemy Wczesnej Edukacji, 3(15) 2011 8-30, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Pliki/PWE_Karwasz_Miedzy_neorealizmem.pdf
- [18] G. Karwasz, *Między Scyllą a Charybdą, czyli o Homerze i wulkanach*, Geografia w Szkole, 2/2014, 20 – 22, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Publikacje_2014/GwSzk1_2014.pdf; *Król Stanislas i jego Lotaryngia*, Geografia w Szkole, 6/2011, 25-30.

Grzegorz Karwasz

*Zakład Dydaktyki Fizyki, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej,
Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń*

Nauczanie procesów utleniania i redukcji z wykorzystaniem nowoczesnych technologii

Spółeczeństwo XXI wieku określane jest jako społeczeństwo informacyjne, które zgodnie z definicją przyjętą w Raporcie Pierwszego Kongresu Informatyki Polskiej definiuje się jako „Spółeczeństwo charakteryzujące się przygotowaniem i zdolnością do użytkowania systemów informatycznych, skomputeryzowanych i wykorzystujących usługi telekomunikacji do przesyłania i zdalnego przetwarzania informacji”. Grono osób korzystających z nowoczesnych technologii jest niezwykle szerokie. Możliwości jakie stwarzają nowoczesne media zwłaszcza w zakresie informatyki i komunikacji stają się inspiracją nie tylko nie dla inżynierów, programistów ale także dla dydaktyków [wikipedia]. Chętnie sięgają oni po rozwiązania XXI wieku do przygotowania wykładów, prezentacji, animacji, gier edukacyjnych czy wizualizacji pojęć. Coraz popularniejsze stają się kursy online umieszczane na różnego rodzaju platformach e-learningowych. Wykorzystywanie współczesnych technologii informacyjnych, nowych mediów oraz ich skuteczności w procesie nauczania coraz częściej staje się przedmiotem badań naukowców oraz tematem referatów wygłaszanych na międzynarodowych konferencjach naukowych [Nodzyńska, 2014].

Co roku naukowcy prezentują zastosowanie nowoczesnych technologii w dydaktyce oraz dzielą się wynikami nad przeprowadzonymi badaniami w tej dziedzinie. Pojęcie nowoczesne media, technologie w edukacji jest niezwykle szerokie i należałoby je uporządkować.

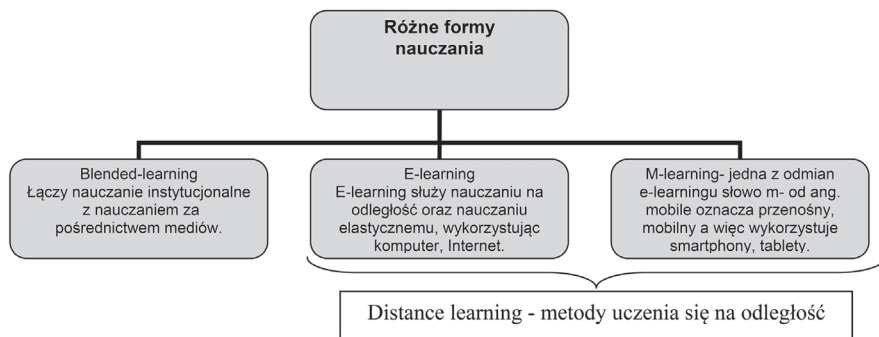
W zależności od stopnia w jakim wykorzystuje się narzędzia multimedialne, Internet, nowoczesne media możemy wyróżnić (rys. 1):

- blended learning czyli metodę kształcenia łączącą „tradycyjność z nowoczesnością”
- e-learning, w którym edukacja odbywa się za pośrednictwem komputera i Internetu
- m-learning wykorzystujące do nauki smartfony.

Pojęcie m-learningu jest stosunkowo nowe. Naukowcy ciągle prowadzą badania w tym zakresie aby odkryć jak największą ilość potencjalnych zastosowań mobilnych urządzeń w dydaktyce.

W XXI wieku e-learning cechuje powszechność, a każdy uczeń czy student ma dostęp do ogromnej ilości materiałów. Khan Academy, kursy MOOC, wirtualne lekcje, odwrócone lekcje, samouczki, czy nawet m-learning, o którym piszą Dagmar Stárková i Martin Rusek [Stárková, Rusek, 2014] to tylko przykładowe propozycje prowadzenia zajęć jakie stwarzają nam nowoczesne technologie. O zaletach i możliwościach e-learningu na przykładzie platformy moodle w zakresie dydaktyki chemii i nauk przyrodniczych opisywały w swojej publikacji

Beata Jancarz-Łanczkowska i Katarzyna Potyrała [Jancarz-Łanczkowska & Potyrała, 2010]. Dodatkowo e-learning stwarza nam możliwość indywidualizacji nauczania, która powinna mieć także miejsce na wyższym etapie edukacji np. na studiach, o czym możemy przeczytać w „Możliwości wykorzystania „Google Dokumenty” w indywidualizacji nauczania, pracy grupowej oraz w badaniach operacji wykonywanych przez uczniów” [Nodzyńska 2014].



Rys. 1. Różne formy nauczania

Podążając za nowymi trendami nauczania i wykorzystaniem nowoczesnych mediów w dydaktyce powstał pomysł stworzenia innowacyjnego kursu dotyczącego tematyki równań utlenienia i redukcji. Jest to temat niezwykle ważny gdyż, z tego typu reakcjami studenci będą spotykać się na różnych przedmiotach, a często jest on oceniany przez studentów jako trudny. Próby stworzenia takiego kursu podjęli w swoich badaniach “The influence of e-learning on methods of knowledge acquisition illustrated by the example of science faculty students who learn redox reactions by means of Moodle platform” Paweł Cieśla i Anna Michniewska [Cieśla & Michniewska 2014]. Zaproponowany przez nich kurs oparty był na e-learningu umieszczonym na platformie moodle. Elementami kursu były:

- wstęp teoretyczny opracowany na podstawie skryptu „Obliczenia chemiczne” autorstwa Jana Rajmunda Paśko,
- listę pojęć związanych z tematem
- lekcje 1-4
- ćwiczenia i zadania do rozwiązania.

W wyniku przeprowadzonego eksperymentu pedagogicznego oraz analizy ankiet stwierdzono, że studenci nie skorzystali z możliwości jakie stwarza im edukacja online. Uczestnictwo w niektórych lekcjach było ograniczone do kilku sekund, a niektóre lekcje były przez nich całkowicie pominięte. Osoby, które ukończyły kurs w całości nie osiągnęły wyników wyższych niż 30%.

Podsumowując, tylko 3 z 36 uczestników odbyło wszystkie lekcje. Studenci nie okazali wyraźnego zadowolenia z odbytego kursu. Michniewska i Cieśla jako jeden z wniosków podają, że nauczanie reakcji utlenienia i redukcji poprzez e-learning nie jest atrakcyjną formą dla studentów. Powołują się także na badania L. Górniak. Twierdzi ona, że w nauczaniu reakcji redox uczeń powinien mieć zapewniony bezpośredni kontakt z nauczycielem. Po dokonaniu analizy nasuwającym się pytaniem jest, czy można zrobić coś co zachęci studentów do nauki tego zagadnienia za pośrednictwem e-kursów lub w jakim stopniu nauczanie reakcji redox może być przeprowadzone z wykorzystaniem e-learningu a w jakim stopniu niezbędna jest obecność nauczyciela i bezpośredni kontakt.

Planowane jest ponowne przeprowadzenie badań dotyczących skuteczności e-learningu na proces uczenia się zagadnień związanych z tematyką reakcji utleniania i redukcji, jednakże tym razem zaproponowano by inną formę kursu. W założeniach kurs byłby oparty na blended learningu. Oprócz ćwiczeń audytoryjnych odbywających się na uczelni, wspomagany byłby również komputerowo. Powyższa sugestia jest zgodna ze stanowiskiem Górniak. [Górniak 2012]

Z kolei w ramach e-learningu studenci mogli by korzystać ze zbiorów zadań, gdzie szczegółowo jest omówiony każdy przykład oraz z materiałów informacyjnych. Wielu autorów m.in. Głuszkowska, Nodzyńska, Cieśla, Maciejowska, Meger wspominają, o tym jak wielką rolę odgrywa czynnik motywacyjny w procesie nauczania. Gdy studenci stają przed problemem niemożności rozwiązania danego zadania czy przykładu ulegają frustracji i trąca chęć do nauki. Istotne jest by materiały, z których mają korzystać studenci umożliwiały im sprawdzenie, w którym momencie brakło im wiedzy lub umiejętności do rozwiązania danego problemu. Głównym elementem całego kursu były by filmy w formie wideoprezentacji, na których omówione będą poszczególne lekcje z tematyki reakcji redoks. Warto wspomnieć, że istnieją podobne kursy dotyczące samodzielnej nauki matematyki, które odniosły olbrzymi sukces.

Istotnym elementem przed przystąpieniem do badań jest zorientowanie się, na ile rzetelne i pomocne mogą być materiały dostępne w Internecie. Jedną z takich pomocy naukowych są filmy czy animacje multimedialne.

W dalszej części tego artykułu przedstawiono kilka istotnych informacji dotyczących metod wyszukiwania i wykorzystywania filmów edukacyjnych w e-learningu. Szczególną uwagę przywiązuje się do poprawności merytorycznej i ich potencjału dydaktycznego. Wyszukiwanie filmów z zakresu utlenienia i redukcji odbyło się na kilku stronach m.in. Dailymotion.com, Wrzuta.pl, YouTube.com. W przypadku serwisów Wrzuta.pl i Dailymotion.com ilość dostępnych materiałów była mocno ograniczona. Pod względem dostępności filmów o w.w. tematyce najlepszy okazał się YouTube. W poniższej tabeli

zestawiono wpisywane hasła oraz liczbę wyników, które wyszukano w języku polskim i angielskim.

Tab.1. Liczność wyszukanych haseł na stronie YouTube dla zapytania „reakcje redox” w języku polskim i angielskim.

Język	Szukana fraza	Liczba wyników
polski	reakcje redox	1500
polski	reakcje utlenienia i redukcji	290
polski	redoksy	87
polski	utlenianie i redukcja	349
angielski	oxidation reduction reaction	41 200
angielski	oxidation and reduction	26 000
angielski	reduction reaction	107 000
angielski	oxidation and reduction process	28 300

Z powyższej tabeli wynika, że istnieje zależność pomiędzy sformułowaniem szukanej frazy a liczbą wyników. Zdecydowana większość materiałów jest dostępna w języku angielskim. Wśród wyszukanych filmów były zarówno materiały edukacyjne, na których omawiane są procesy redoks. Sporą część stanowiły nagrania i animacje doświadczeń reakcji utlenienia i redukcji np. związków chromu, manganu. Skupiono się na filmach, które wyjaśniały procesy utlenienia i redukcji. Celem odnalezienia interesujących materiałów spośród wszystkich filmów doprecyzowano formułę szukanej frazy. W tabeli 2 przedstawiono wyniki wyszukiwania.

Tab. 2. Liczność wyszukanych haseł na stronie YouTube dla sprecyzowanego zapytania „reakcje redox” w języku polskim.

Język	Szukana fraza	Liczba wyników
polski	bilans jonowo elektronowy	206
polski	bilansowanie reakcji redoks	184
polski	uzgadnianie reakcji redoks	213
polski	metoda równań połowkowych redox	129

Analizując tabelę można zauważyć, że liczba wyników dla doprecyzowanej formuły jest znacznie mniejsza. Istotny okazał się sposób wpisywanego zapytania. Po wpisaniu „uzgadnianie reakcji redoks” wyświetlały się filmy przedstawiające metodę doboru współczynników różnymi metodami. Wpisując zapytanie „bilans jonowy” czy „bilans elektronowy”, wyświetlone filmy dotyczyły konkretnej metody.

Spośród wyszukanych filmów wybrano kilkanaście z nich i dokonano ich szczegółowego przeglądu pod kątem: merytorycznym, estetycznym, potencjału dydaktycznego i jakości nagrania. Przy wyborze filmu kierowano się: czasem jego trwania, liczbą wyświetleń, komentarzami, datą umieszczenia w sieci.

The screenshot shows a video lecture with a hand-drawn chemical reaction and a table. The reaction is:

$$2\text{H}^{IV}\text{MnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{Cu}_2\text{O} \rightarrow 10\text{Cu}^{II}\text{SO}_4 + 2\text{H}^{II}\text{MnSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$$

Below the reaction, there are two half-reactions with their respective electron counts:

$$\text{Mn}^{IV} + 2\text{H}^{II} \rightarrow 2\text{H}^{II} \quad | \cdot 2$$

$$2\text{Cu}^{I} \rightarrow 2\text{Cu}^{II} + 2e^{-} \quad | \cdot 5$$

To the right of the half-reactions is a table:

	L	P
H	24	0
P	61	48 13

At the bottom of the video player, the text reads: "Darmowe Korepetycje z Chemii, spotkanie 15: Redox - podstawy". Below this, there is a logo for "Darmowe Korepetycje" and a "Subskrybuj" button with "5 600" subscribers. The view count is "1 860 wyświetleń".

Ryc. 1. Przykładowy fragment filmu

The screenshot shows a video lecture slide titled "Red-ox:". The main reaction is:

$$2\text{Mn}^{II} + 5\text{BiO}_3^{-II} + \text{H}^{+} \rightarrow 2\text{MnO}_4^{-VII} + 5\text{Bi}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$$

Below the main reaction, there are two half-reactions:

$$\text{Mn}^{2+} - 5e^{-} \rightarrow \text{MnO}_4^{-} \quad | \cdot 2$$

$$\text{BiO}_3^{-} + 2e^{-} \rightarrow \text{Bi}^{3+} \quad | \cdot 5$$

The balanced reaction is shown as:

$$2\text{Mn}^{2+} - 10e^{-} + 5\text{BiO}_3^{-} + 10e^{-} \rightarrow 2\text{MnO}_4^{-} + 5\text{Bi}^{3+}$$

At the bottom of the slide, the website address "www.ChemiaKorepetycje.pl" is displayed. Below the slide, the text reads: "Uzgadnianie współczynników reakcji redox - 1". Below this, there is a logo for "ChemiaKorepetycjePL" and a "Subskrybuj" button with "852" subscribers. The view count is "85 811 wyświetleń".

Ryc. 2. Przykładowy fragment kursu

Tab. 3. Zestawienie analizowanych filmów w serwisie YouTube.

Lp.	Nazwa filmu	Liczba wyświetleń [lipiec 2016]	Czas trwania.
1	Reakcje redoks – bilans atomowo-elektronowy	43 000	53 min
2	Reakcje redoks – bilans jonowo-elektronowy	49 800	75 min
3	Reakcje redoks	31 500	45 min
4	Reakcje Redox	48 000	12, 5 min
5	Reakcje Redox część 2	18 900	13 min
6	Uzgadnianie współczynników reakcji redox – 1	85 000	5 min
7	Dobieranie współczynników reakcji redox cz.2	32 000	4 min
8	Dobieranie współczynników reakcji redox cz.3	23 500	4 min
9	Dobieranie współczynników reakcji redox cz.4	20 700	4,5 min
10	Przed Maturą z Chemii. Bilansowanie równań reakcji redox	4500	58 min
11	Wprowadzenie do utleniania i redukcji [Khan Academy]	2700	13 min
12	Wprowadzenie do reakcji utleniania i redukcji – metoda bilansu elektronowego [Khan Academy]	4540	8 min

Na podstawie analizy tabeli można wyciągnąć wnioski, że użytkownicy chętniej oglądają filmy, których czas trwania nie przekracza 15 minut. Takie filmy krótkometrażowe są najczęściej pojedynczym ogniwem całego kursu lub traktują temat bardzo powierzchownie.

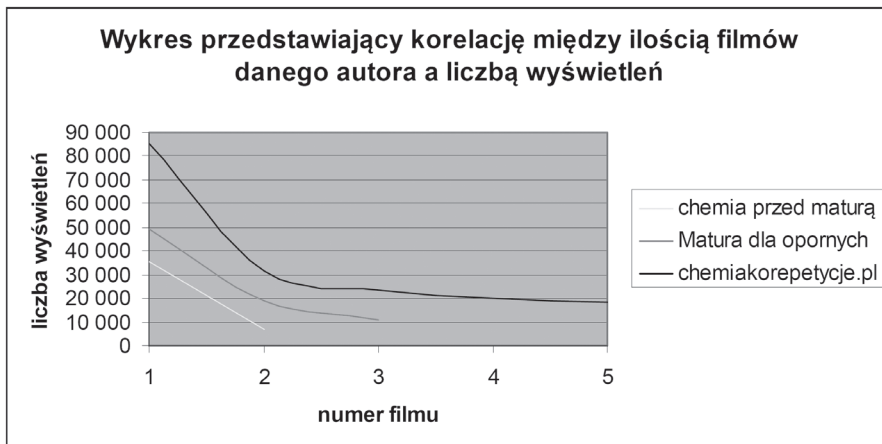
Wielu autorów omawiając dane zagadnienie przedstawia je na kilku filmach. Można to zaobserwować w przypadku 4,5 oraz 6,7,8,9 pozycji tabeli 3. Istnieje pewien związek pomiędzy liczbą wyświetleń pierwszego filmu z danej serii a kolejnymi. Omawianą zależność przedstawiono na wykresie (ryc. 4).

Analizując wykres można stwierdzić, że ilość odtworzeń pierwszego filmu jest kilka razy wyższa niż kolejnych. Wniosek jest niezwykle cenny ponieważ może on sugerować, że w przypadku kursu złożonego z kilku filmów po obejrzeniu pierwszego uczeń może się zniechęcić do oglądania kolejnych.

Przesłane filmy ▾ Data dodania (od najnowszego) ▾ Siatka ▾

<p>Uzupełnianie przemijającej twardości wody: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\text{CaO}} \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\text{CaO}} \text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{CO}_2$</p> <p>0:57</p> <p>Twardość wody i usuwanie twardości wody 11 485 wyświetleń · 5 lat temu</p>	<p>REOU-1: $\frac{3}{2}\text{H}_2 + \frac{3}{2}\text{N}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \frac{3}{2}\text{N}_2 + \text{H}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ $5\text{S}^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{S}_2$</p> <p>3:14</p> <p>Dobieranie współczynników w reakcjach redox cz.5 18 186 wyświetleń · 5 lat temu</p>	<p>REOU-1: $5\text{S}^{2-} + 8\text{HNO}_3 + \text{H}^+ \rightarrow 5\text{S} + 8\text{H}^+ + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ $4\text{H}_2\text{S} + 6\text{e}^- + 2\text{H}^+ \rightarrow 2\text{S}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$</p> <p>4:23</p> <p>Dobieranie współczynników reakcji redox cz.4 20 902 wyświetleń · 5 lat temu</p>	<p>REOU-1: $9\text{S}^{2-} + 8\text{HNO}_3 + \text{H}^+ \rightarrow 9\text{S} + 8\text{H}^+ + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ $4\text{H}_2\text{S} + 6\text{e}^- + 2\text{H}^+ \rightarrow 2\text{S}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$</p> <p>3:43</p> <p>Dobieranie współczynników reakcji redox cz.3 23 715 wyświetleń · 5 lat temu</p>	<p>REOU-1: $2\text{C}^{2+} + \text{H}^+ \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{e}^-$ $2\text{C}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{C}_2 + 2\text{S}$</p> <p>3:49</p> <p>Dobieranie współczynników reakcji redox cz.2 31 450 wyświetleń · 5 lat temu</p>
<p>REOU-1: $2\text{H}^{2+} + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2$</p> <p>4:03</p> <p>Uzgodnianie współczynników reakcji redox - 1 85 811 wyświetleń · 5 lat temu</p>	<p>4. Ilość moli substancji: $n = \frac{m}{M} = \frac{g}{\text{mol}}$ $n = \frac{m}{M} = g \cdot \frac{\text{mol}}{g}$</p> <p>9:48</p> <p>Łatwy sposób na przeliczanie stężeń 79 699 wyświetleń · 5 lat temu</p>	<p>Udzielanie st. utlenienia: 1. Długość łańcucha węglowego w pier. atomowy jest zawsze tak-samol-jony</p> <p>Cl^- O^{2-} Al^{3+}</p> <p>5:52</p> <p>Stopnie utlenienia pierwiastków 59 066 wyświetleń · 5 lat temu</p>	<p>Prawo Avogadra: W warunkach normalnych 1 mol gazu zajmuje objętość ok. 22,4 dm³</p> <p>$T = 273,15 \text{ K} = 0^\circ\text{C}$ $p = 101,325 \text{ kPa} = 101,325 \text{ hPa}$ $p = 1 \text{ atm}$</p> <p>1:51</p> <p>Prawo Avogadra dla gazu doskonałego 4 135 wyświetleń · 5 lat temu</p>	<p>Prawo Avogadra: W warunkach normalnych 1 mol gazu zajmuje objętość ok. 22,4 dm³</p> <p>$T = 273,15 \text{ K} = 0^\circ\text{C}$ $p = 101,325 \text{ kPa} = 101,325 \text{ hPa}$ $p = 1 \text{ atm}$</p> <p>1:51</p> <p>Prawo Avogadra dla gazu doskonałego 4 135 wyświetleń · 5 lat temu</p>

Ryc. 3. Zbiór filmów krótkometrażowych składających się na cały kurs



Ryc. 4. (opis na rysunku)

Potencjalni odbiorcy zazwyczaj wybierają filmy, które mają najwięcej wyświetleń. Średnio każdy z najchętniej wybieranych filmów o tematyce redox zyskał od 2 do 5 tysięcy dodatkowych odtworzeń w przeciągu ostatnich 3 miesięcy.

Filmy o tematyce redox mogą być użytecznym źródłem wiedzy chemicznej. Liczby wyświetleń oraz duża liczba dodatkowych odtworzeń świadczą o zainteresowaniu potencjalnych odbiorców tym tematem. Z naukowego punktu widzenia zagadnienie wykorzystania filmów dostępnych w sieci jest złożone. Składa się na to: sposób wyszukiwania, formułowanie szukanej frazy, język

wyszukiwania, stosowanie różnych filtrów. Istotnym elementem jest także wybór odpowiedniego filmu spośród wyszukanych. Użytkownicy przy wyborze filmu najczęściej kierują się czasem jego trwania oraz liczbą wyświetleń. Filmy krótkometrażowe są chętniej oglądane niż dłuższe nagrania, co może być zgubne dla odbiorcy, gdyż krótkie filmy wcale nie muszą być lepsze. Zastanawiające jest, że filmy dotyczące bilansowania reakcji redox dodane przez Khan Academy, które są uznawane za wiarygodne źródło wiedzy nie są zbyt często oglądane. Szereg omówionych czynników przy wyszukiwaniu filmu oraz późniejszym wyborze może mieć wpływ na stosunek odbiorcy do nauki za pośrednictwem Internetu. Istotne jest zatem aby przy tworzeniu kursów opartych na blended learningu udostępniane materiały były motywujące do nauki i trafiały do odbiorcy. Przeprowadzony przegląd filmów miał charakter pilotażowy. Istnieje potrzeba dokładniejszej analizy zagadnienia, czemu planuje się poświęcić następne badania.

Bibliografia

- Michniewska, A.; Cieśla, P. (2014) The influence of e-learning on methods of knowledge acquisition illustrated by the example of science faculty students who learn redox reactions by means of Moodle platform. *New Technologies in Science Education*, Kraków, str. 60-65.
- Nodzyńska, M. (2011) *Możliwości wykorzystania „Google Dokumenty” w indywidualizacji nauczania, pracy grupowej oraz w badaniach operacji wykonywanych przez uczniów*. Kraków, dostęp [10.11.2016]. URL: <http://www.ktime.up.krakow.pl/symp2011/referaty2011/nodzynska.pdf>
- Nodzyńska, M. (2011) *Metody motywacyjne w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych*. monografia pod redakcją M. Nodzyńskiej, Kraków, str. 5-8
- Stárková, D.; Rusek, M. (2014) *M-technology in Chemistry Education*. *New Technologies in Science Education*, Kraków, str. 30-33.
- Jancarz-Łanczkowska, B.; Potyrała, K. (2010) *Wykorzystanie platform zdalnego nauczania w edukacji przyrodniczej i biologicznej [w:] Research in Didactics of the Sciences*, red. Małgorzata Nodzyńska, Jan Rajmund Paško, Kraków str. 171-175.
- [online] https://pl.wikipedia.org/wiki/Blended_learning [dostęp 10.11.2016].

Michał Kasza

Zespół Szkół Ogólnokształcących Integracyjnych nr 7 w Krakowie, Polska

michal92krakow@o2.pl

Anorganická chémia v obsahu chemického vzdelávania na stredných školách na Slovensku

Úvod

Jedným z hlavných cieľov školskej reformy na Slovensku v roku 2008 bola zmena obsahu vzdelávania žiakov v rámci všetkých učebných predmetov v kontexte naplňania kompetencií žiaka, oblastí funkčnej gramotnosti. Pojem funkčnej gramotnosti bol implicitne opísaný už v Národnom programe výchovy a vzdelania v Slovenskej republike – Milénium, ktorý bol východiskom prebiehajúcej reformy.

Jedným z východísk školskej reformy v Slovenskej republike bola tvorivo-humánna koncepcia. Tá v oblasti kognitívneho rozvoja smerovala reformu do oboch rovín, ako do roviny vedomostí, tak aj roviny procesov, spolu teda do tvorivosti. To dalo jasný signál, že ak má byť cieľom tvorivý žiak, je potrebné zmeniť aj obsah vzdelávania. Dnes môžeme konštatovať, že chémia prešla zmenami obsahu vzdelávania, konkrétne jeho redukciou. Redukcii obsahu a následnému definovaniu obsahových a výkonových štandardov predchádzali národné merania, zisťovanie úrovne vedomostí žiakov. Tieto merania sa však realizovali výlučne so žiakmi základných škôl. Dnešný obsah vzdelávania je vo väčšej miere prepojený s každodenným životom v nadväznosti priamo na každú tému. Obsah každodennej chémie je priamo včleňovaný do jednotlivých tém, nie je vyučovaný ako samostatný tematický celok. Súčasný obsah zareagoval aj na tzv. prierezné témy vymedzené štátnymi vzdelávacími programami. Obsah plne umožňuje učiteľovi použitím vhodných materiálnych a nemateriálnych prostriedkov uskutočňovať vzdelávací proces, ktorého realizáciou získa žiak požadované kompetencie a rozvíja tak svoju funkčnú gramotnosť. V roku 2015 došlo k miernym úpravám vzdelávacích štandardov v jednotlivých učebných predmetoch, nevynímajúc chémiu. Zmenil sa ako obsahový tak aj výkonový štandard, štátny vzdelávací program dostal prívlastok inovovaný. V rámci chémie došlo k presunu niektorých tém medzi ročníkmi, tiež aj k presunu medzi stupňami škôl – základné školy a gymnáziá. V rámci výkonového štandardu boli detailnejšie špecifikované požiadavky na výkon manuálnych zručností, realizáciu žiackych pokusov a demonštračných pokusov učiteľa. Došlo aj k úpravám znení činnostných slovies konkretizujúcich výkon žiaka.

Výskum

Anorganická systematická chémia je obsahom chemického vzdelávania na gymnáziách. Vyučuje sa v prvom polroku 2. ročníka, týždenný rozsah sú 2 vyučovacie hodiny. Sú to žiaci gymnázií, ktorých vek je 16 – 17 rokov.

Jednotlivé témy tejto časti chémie nadväzujú na všeobecnú chémiu, ktorá je zaradená do výučby chémie v 1. ročníku, tiež na vybrané časti systematickej anorganickej chémie zo základnej školy, ako alkalické kovy, prvky 2. a 3. periódy či halogény. Anorganická chémia prvkov a ich zlúčením patrí medzi žiakmi menej obľúbené témy. Predpokladáme, že je to z dôvodu jej faktografického charakteru, kde sa vyžaduje od žiaka predovšetkým pamäťová reprodukcia. Od žiakov sú vyžadované v prevažnej miere fakty, ako charakteristika, vlastnosti, výskyt či význam prvkov a ich zlúčenín. Učitelia častokrát volia pri tejto časti chémie samoštúdium. Neprepájajú tento obsah s každodenným životom, čo sa v anorganickej chémii priam ponúka. Z viacerých dôvodov, medzi ktoré primárne patria: absencia realizácie výskumu, ktorý by zisťoval úroveň vedomostí žiakov gymnázií z chémie, nie dobrá reflexia žiakov na témy systematickej anorganickej chémie, tvorba zbierky úloh z chémie pre gymnáziá, sme sa rozhodli realizovať výskum, ktorého cieľom bolo zistiť úroveň vedomostí žiakov 2. ročníkov gymnázií Slovenska práve z tém anorganickej systematickej chémie. Uvádzame výsledky predvýskumu, nakoľko riešením didaktických testov a zistením úrovne riešenia jednotlivých položiek môže dôjsť k úpravám zadaní, prípadne k zmene kritérií ich vyhodnocovania.

Údaje o predvýskume a výskume:

- predvýskumu sa zúčastnilo 297 žiakov 2. ročníkov slovenských gymnázií,
- nástrojom bol neštandardizovaný didaktický test vlastnej konštrukcie s 35 položkami,
- položky tvorili učebné úlohy s rôznou úrovňou náročnosti podľa Niemierkovej taxonómie výchovno-vzdelávacích cieľov (pamäť, porozumenie, aplikácia, špecifický a nešpecifický transfer),
- do testu boli zaradené učebné úlohy rôznej typológie, s otvorenou odpoveďou, s uzavretou odpoveďou (s jedným alebo viacerými možnosťami riešenia), priradovacie úlohy,
- všetky učebné úlohy boli svojím obsahom zamerané na prepojenie s každodenným životom, cieľom nebolo zaraďovať úlohy výlučne na pamäť, predovšetkým na zápis chemických reakcií,
- zaradené chemické reakcie súviseli s praxou,
- bola vyhodnotená celková percentuálna úspešnosť riešenia didaktického testu všetkými žiakmi, chlapcami a dievčatami, boli vyhodnotené výrazné odchýlky medzi úrovňami riešenia úloh v závislosti od pohlavia,
- bola vyhodnotená percentuálna úspešnosť riešenia jednotlivých úloh testu, taktiež aj podľa pohlavia,
- na vyhodnotenie dát, získanie výsledkov a následnú interpretáciu neboli v predvýskume aplikované štatistické metódy,
- štatistickými metódami softvérom SPSS budú vyhodnotené získané dáta z výskumu – vzorka nad 1100 žiakov,

- výskum bude vyhodnotený počas mesiacov september – október 2016, následne budú zistené výsledky, formulované interpretácie získaných výsledkov a závery publikované,
- cieľom výskumu je zistiť úroveň vedomostí žiakov z anorganickej systematickej chémie, trvácných vedomostí, nakoľko test bol žiakom zadaný 2 až 3 mesiace po jeho sprístupnení a polročnou klasifikáciou,
- zistené závery budú prínosom pre oblasť didaktiky chémie predovšetkým z pohľadu vhodnosti voľby obsahu systematickej anorganickej chémie a učebných úloh, použitých koncepcií či vyučovacích metód pri jej sprístupňovaní,
- výsledky poukážu aj na schopnosti žiakov riešiť učebné úlohy v závislosti ich náročnosti a aj typológie.

Znenie testu

- 1. Diamant je jedným z najtvrdších a najdrahších minerálov a drahokamov. Jeho vysoká tvrdosť je spôsobená tým, že:**
 - a) atómy uhlíka sú navzájom viazané nepolárnou kovalentnou väzbou s ďalšími 4 atómami uhlíka,
 - b) atómy uhlíka sú viazané polárnou kovalentnou väzbou a vytvárajú molekulový kryštál,
 - c) atómy uhlíka sú viazané nepolárnou kovalentnou väzbou v rovine a vrstvy navzájom sú pútané medzimolekulovými silami,
 - d) atómy uhlíka sú viazané iónovou väzbou, ktorá sa vyznačuje mimoriadnou pevnosťou.
- 2. Pri dokonalom spaľovaní metánu vzniká plynná látka, ktorá by reagovala s vodným roztokom hydroxidu vápenatého za vzniku bielej zrazeniny. Napíšte vzorec tohto plynu:.....**
- 3. Železný kliniec ponoríme do roztoku AuCl_3 . Čo budeme pozorovať?**
 - a) Železný kliniec sa v roztoku začne rozpúšťať.
 - b) Z roztoku sa bude unikať chlór vo forme bubliniek.
 - c) Na dne nádoby vznikne čierna zrazenina FeAuCl_5 .
 - d) Na povrchu klinca sa vylúči zlato.
- 4. Vyberte správne tvrdenia:**
 - a) Plynný ozón nie je jedovatý.
 - b) Ozónová vrstva vytvára ochranu pred nebezpečným UV žiarením.
 - c) Ozón sa využíva na dezinfekciu vody.
 - d) Ozón vo svojej molekule obsahuje štyri atómy kyslíka.
- 5. Anomália vody, že má najväčšiu hustotu pri teplote $3,98^\circ\text{C}$, je dôsledok:**
 - a) existencie vodíkových väzieb medzi molekulami vody,
 - b) veľkej tepelnej vodivosti vody,
 - c) malej elektrickej vodivosti vody,
 - d) výrazným rozdielom veľkosti atómov vodíka a kyslíka.

6. Vytvorte správne dvojice:

- | | |
|-----------------|---|
| A) sádra | 1) pálená zmes vápenca a hlinitokremičitanov |
| B) pálené vápno | 2) hydroxid vápenatý |
| C) malta | 3) cement, voda, štrk |
| D) hasené vápno | 4) oxid vápenatý |
| E) cement | 5) vápno, piesok, voda, prípadne trochu cementu |
| F) betón | 6) hemihydrát síranu vápenatého |

7. Centrálnym atómom v chlorofyle je atóm:

- a) vápnika,
- b) draslíka,
- c) horčíka,
- d) sodíka.

8. Hlavným zdrojom alkalických kovov sú:

- a) soľné ložiská a morská voda,
- b) uhličitaný a kremičitaný zemskej kôry,
- c) fosílna palivá,
- d) anorganický popol a zvyšky rozkladu organizmov.

9. Zlúčeniny sodíka majú veľmi široké uplatnenie v praxi či každodennom živote. Vytvorte dvojice:

- | | |
|--|---|
| A) NaHCO_3 | 1) mydlo |
| B) Na_2CO_3 | 2) kuchynská soľ |
| C) NaClO | 3) Glauberova soľ – preháňadlo |
| D) NaCl | 4) sóda na pranie, pracie prostriedky |
| E) NaNO_3 | 5) dusíkaté hnojivo |
| F) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ | 6) silné oxidovadlo – bielenie slamy, kostí |
| G) Na_2O_2 | 7) bielidlo, zložka čistiaceho prostriedku SAVO |
| H) $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$ | 8) sóda bikarbóna |

10. Pušný prach je podľa istého starého receptu zmesou liadku draselného, čierneho syna lesného ohňa a žltej dcéry nepokojných vulkánov, v pomere 6 : 1 : 1. Pri výbuchu vznikne sulfid a zmes dvoch plynov. Jeden tvorí 78% atmosféry a druhý využívajú rastliny počas fotosyntézy. Napíšte chemickú rovnicu explózie pušného prachu.

11. Vyberte správne tvrdenia o biogénnych prvkoch.

- a) Vyplavovanie kationov Ca^{2+} z ľudského organizmu spôsobuje rednutie kostí,
- b) Kationy sodíka a draslíka majú veľký význam pre činnosť mozgu človeka,
- c) Centrálnym atómom v chlorofyle je stroncium,
- d) Fyziologický roztok je 0,9%-ný roztok chloridu sodného.

12. Pálené vápno:

- a) sa vyrába vo vápenkách tepelným rozkladom chloridu vápenatého,
- b) vzniká dehydratáciou haseného vápna vysušením na vzduchu,
- c) zaraďujeme medzi hydroxidy,
- d) je to oxid, ktorý sa vyrába vo vápenkách tepelným rozkladom uhličitanu vápenatého.

13. Hasené vápno:

- a) sa získava reakciou oxidu vápenatého s vodou za uvoľňovania tepla,
- b) je hydroxid vápenatý získaný rozkladom vápenca,
- c) je vyrobené sušením hydroxidu vápenatého vo vysokých peciach,
- d) sa získava reakciou vápnika s vodou.

14. Jedlá sóda – sóda bikarbóna sa používa na neutralizáciu žalúdočnej šťavy pri prekyslení žalúdka. Je základnou zložkou rôznych prípravkov, napríklad ISKRA. Zapište túto neutralizáciu chemickou rovnicou.

15. Príčinou vzniku krasových javov sú vzájomné chemické prechody medzi uhličitanom a hydrogenuhličitanom vápenatým. Princíp týchto procesov spočíva v tom, že hydrogenuhličitan vápenatý je vo vode rozpustný viac ako uhličitan vápenatý. Ak sa roztok hydrogenuhličitanu vápenatého v podzemnej vode dostane do kontaktu s atmosférickým oxidom uhličitým, dôjde k vzniku málo rozpustného uhličitanu, ktorý sa usadí na mieste svojho vzniku. Zapište opísaný dej chemickou rovnicou.

16. Aktívne (čierne) uhlie:

- a) obsahuje prímese síry,
- b) je uhlík s veľkým povrchom a významnou adsorpčnou schopnosťou,
- c) je tvorený rádioaktívnym izotopom uhlíka ^{14}C ,
- d) je reaktívny uhlík, používaný na redukciu mnohých rúd pri výrobe kovov.

17. Na prípravu roztoku hnojiva „čilský liadok“ v objemovom pomere 1:3 potrebujeme:

- a) 1 diel dusičnanu sodného a 3 diely vody,
- b) 1 diel vody a 3 diely dusičnanu vápenatého,
- c) 1 diel vody a 3 diely dusičnanu sodného,
- d) 1 diel dusičnanu vápenatého a 3 diely vody.

18. Napíšte značky, alebo názvy aspoň dvoch prvkov, ktoré sa využívajú v polovodičovej technike.

19. Vyberte, ktorá z uvedených chemických rovníc je zápisom reakcie odstraňovania vodného kameňa:

- a) $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$,
- b) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$,
- c) $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$,
- d) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$.

20. Po kyslíku sú v zemskej kôre najrozšírenejšími prvkami:

- a) Si a Fe,
- b) Al a Fe,
- c) Al a Si,
- d) C a Si.

21. Značnú inertnosť molekúl dusíka N_2 možno vysvetliť:

- a) veľkou elektronegativitou jeho atómov,
- b) jeho malým atómovým polomerom,

- c) trojitou väzbou v jeho molekule,
 d) prítomnosťou voľného elektrónového páru na atóme dusíka.
- 22. Vyberte tie z chemických rovníc, ktoré sú zápisom dejov dokazujúcich zásadité vlastnosti amoniaku:**
- a) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$,
 b) $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$,
 c) $\text{NH}_3 + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_2^- + \text{H}_2\text{O}$,
 d) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$.
- 23. Ktorý z oxidov dusíka sa nazýva rajský plyn? Prečo dostal také pomenovanie?**
- 24. Oxid siričitý a oxid sírový v atmosfére:**
- a) sú príčinou kyslých dažďov,
 b) patria medzi skleníkové plyny,
 c) poškodzujú ozonosféru,
 d) sú obsahom mnohých priemyselných emisií.
- 25. Vyberte správne tvrdenia:**
- a) Zriedená kyselina sírová má redukčné účinky.
 b) Oxid sírový patrí medzi kyselinotvorné oxidy.
 c) Kyselina sírová je silná kyselina.
 d) Koncentrovaná kyselina sírová má dehydratačné účinky.
- 26. Skupenstvo halogénov:**
- a) je za bežných podmienok plynné,
 b) je za bežných podmienok pri fluóre a chlóre plynné, bróme a jóde kvapalné,
 c) nezávisí pri danej teplote a tlaku od relatívnej molekulovej hmotnosti,
 d) je za bežných podmienok pri fluóre a chlóre plynné, bróme kvapalné a jóde tuhé.
- 27. Jódová tinktúra je:**
- a) 2%-ný roztok jódu vo vode,
 b) 5%-ný roztok jódu v etanole
 c) 1%-ný roztok jódu v jodide draselnom
 d) 5%-ný roztok jódu vo vode.
- 28. V štítnej žľaze sa nachádza halogén, ktorého hladina je v organizme neustále udržiavaná. Pridáva sa totiž do kuchynskej soli. Napíšte názov halogénu a názov takejto kuchynskej soli predávanej v obchodnej sieti.**
- 29. Vyznačte tie z chemických rovníc, v ktorých d-prvok vystupuje ako redukovoadlo.**
- a) $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$
 b) $2\text{Na} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}$
 c) $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuO} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 d) $\text{ZnO} + \text{C} \rightarrow \text{Zn} + \text{CO}$

30. Napíšte chemickú značku a názov *d*-prvku, ktorý:

- a) sa používa v teplomeroch a tlakomeroch,
- b) je najrozšírenejším kovom na Zemi,
- c) je najlepším vodičom elektrického prúdu,
- d) sa vo forme síranu používa na postrek viniča,
- e) sa ťaží v rýdzej forme a spracováva sa kyanidovým spôsobom,
- f) sa vo forme oxidu používa ako katalyzátor pri výrobe kyseliny sírovej.

31. Správne doplňte:

- a) je zliatina medi a cínu
- b) je zliatina zinku a medi.

32. Napíšte názvy, alebo značky dvoch prvkov, ktoré tvoria základ zemského jadra.

33. Napíšte chemické značky aspoň dvoch prvkov:

- a) ktoré sa priemyselne vyrábajú destiláciou skvapalneného vzduchu,
- b) ktorých priemyselná výroba je založená na procese elektrolyzy,
- c) ktoré sú vo svojich zlúčeninách 2-väzbové,
- d) ktoré sa využívajú ako inertná atmosféra,
- e) ktoré sa vyskytujú vo viacerých alotropických modifikáciách.

34. Medzi skleníkové plyny patria:

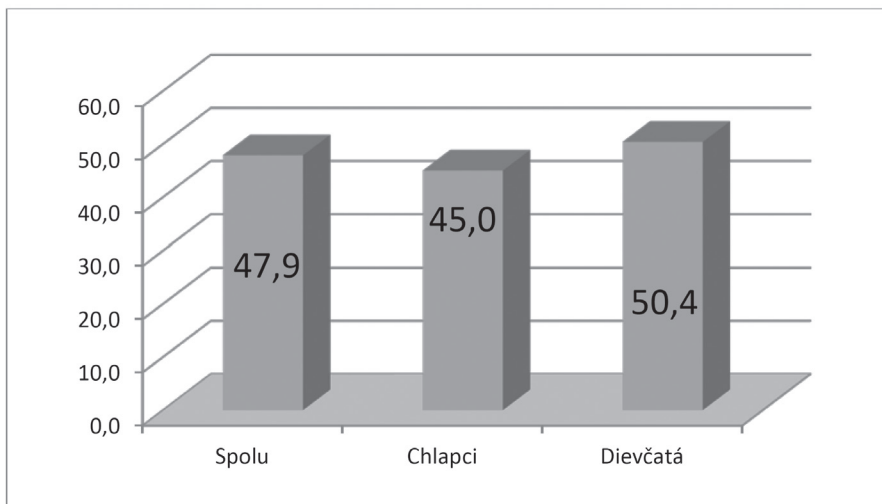
- a) oxid uhličitý, etán, oxid dusnatý, ozón,
- b) oxid uhoľnatý, vodná para, metán, oxid dusičitý,
- c) oxid uhličitý, vodná para, metán, ozón,
- d) oxid dusný, freóny, oxid uhličitý, metán.

35. Hrúbka ozónovej vrstvy sa vyjadruje v jednotkách (DU).

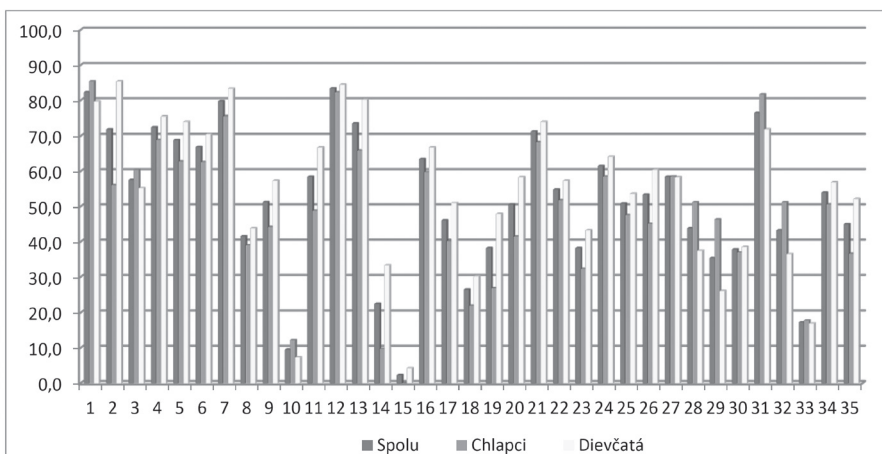
Výsledky a diskusia

Dosiahnutá úspešnosť riešenia testu je veľmi nízka, predovšetkým so zreteľom na fakt, že obsah jednotlivých zadaní vychádzal zo štandardov a bol prepojený na bežný život. Úlohy neboli zamerané na exaktné chemické vedomosti, mali aplikačný charakter. Ak porovnáme úroveň úspešnosti riešenia testu vo väzbe na pohlavie, vyššia bola u dievčat.

Z grafu na obrázku 2 je zreteľný rozdiel v úrovni úspešnosti riešenia úloh. Nakoľko ide o predvýskum nie je správne vyvodzovať závery, ktoré by boli smerodajné pre komplexné zhodnotenie. Po vyhodnotení výskumu bude možné vyhodnotiť signifikantnosť zistení. Úroveň riešenia úloh, s vyhodnotením najvyššej (tab. 1) a najnižšej (tab. 2) úrovne riešenia úloh nám v rámci predvýskumu slúžia predovšetkým na úpravu zadaní úloh, prípadne na zváženie vhodnosti ich zaradenia do testu.



Obrázok 1 Úspešnosť riešenia didaktického testu [%]



Obrázok 2 Úspešnosť riešenia jednotlivých učebných úloh [%]

Tabuľka 1 Vyhodnotenie úrovne úspešnosti riešenia úloh didaktického testu

Úlohy riešené s najvyššou dosiahnutou úspešnosťou		
Nad 80%	Ú 12	83,4%
	Ú 1	82,3%
Nad 70%	Ú 7	79,8%
	Ú 31	76,4%
	Ú 13	73,6%
	Ú 4	72,5%
	Ú 2	71,9%
	Ú 21	71,3%

Tabuľka 2 Vyhodnotenie úrovne úspešnosti riešenia úloh didaktického testu

Úlohy riešené s najnižšou dosiahnutou úspešnosťou		
Pod 10%	Ú 15	2,2%
	Ú 10	9,6%
Pod 20%	Ú 33	17,3%
Pod 30%	Ú 14	22,5%
	Ú 18	26,4%
Pod 40%	Ú 29	35,4%
	Ú 30	37,8%
	Ú 19	38,2%
	Ú 23	38,2%

Tabuľka 3 Vyhodnotenie úrovne úspešnosti riešenia úloh didaktického testu v závislosti od pohlavia

Úloha	Úroveň riešenia chlapcami	Úroveň riešenia dievčatami	Rozdiel úrovne riešenia úloh
Ú 2	56,1%	85,4%	29,3%
Ú 14	9,8%	33,3%	23,5%
Ú 19	26,8%	47,9%	21,1%
Ú 29	46,3%	26,0%	20,3%

Záver

Výsledky predvýskumu jasne ukazujú nedostatočnú úroveň vedomostí z tém systematickej anorganickej chémie u žiakov slovenských gymnázií. Aj napriek konštruovaniu didaktického testu s úlohami na aplikáciu a vo väzbe na bežný život je úroveň nízka. Príčin týchto zistení je možných viacero. Domnievame sa, že tou najzásadnejšou je, že nie je týmto témam venovaná dostatočná pozornosť zo strany učiteľa, predovšetkým v procese sprístupňovania tohto učebného

obsahu v prepojení na bežný život. Žiaci nezískavajú kompetencie, ktoré by im umožňovali aplikovať prírodovednú gramotnosť pre ich bežný život. Treba preto hľadať riešenia ako danú situáciu riešiť. Radikálna zmena prístupov vo výučbe chémie nie je možná, ako to v mnohých svojich publikáciách zdôvodňuje a navrhuje Held (Held, 2014). Kladie dôraz na prechod k indukčnému prístupu v prírodovednom vzdelávaní od deduktívneho. V prírodovednom vzdelávaní je totiž nutné klásť dôraz na konštruktivistické prístupy k sprostredkovávaniu nového poznania, koncepcie vzdelávania založené na princípe objavovania, skúmania, konštruovania žiakmi v prepojení na ich potreby v reálnom bežnom živote.

Táto publikácia vznikla v rámci riešenia projektu „Zbierka úloh z chémie pre gymnázia“ financovaného agentúrou KEGA č. 029UMB-4/2014 pri Ministerstve školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky.

Literatúra

- Blaško, M. (2010). *Niektoré aspekty školskej reformy*. [online] Available at <<http://web.tuke.sk/kip/main.php?om=1300&res=low&menu=1310>>
- Held, Ľ. (2014). *Induktívno-deduktívna dimenzia prírodovedného vzdelania*. Trnava : PF TU. 2014. 67 s. ISBN 978-80-8082-787-8.

Jarmila Kmeťová, Marek Skoršepa

Slovakia

jarmila.kmetova@umb.sk, marek.skorsepa@umb.sk

Komunikacja interpersonalna w pracy nauczyciela

„Aby język giętki powiedział wszystko, co pomyśli głowa”...

(J. Słowacki „Beniowski”)

Komunikacja interpersonalna towarzyszy nam w każdej chwili naszego życia. Jest procesem dynamicznym, interakcyjnym, zachodzącym ciągle. Płynny przepływ informacji jest konieczny, nie tylko dla dobrego funkcjonowania grupy, ale również poszczególnej jednostki. W olbrzymiej liczbie definicji komunikowania (w latach pięćdziesiątych R. Merton naliczył ich około stu sześćdziesięciu, a obecnie jest ich kilkakrotnie więcej; za: Dobek-Ostrowska, 2007, 12) zwraca się uwagę na różne aspekty i cechy zjawiska, przy czym przypisuje im się różne znaczenia. Jedną z definicji tego pojęcia mówi: komunikacja (z łac. *communicatio* – wymiana, łączność, rozmowa) w odniesieniu do ludzi rozumiana jest, jako proces porozumiewania się. Komunikacja to m.in. przekazywanie i odbieranie informacji w bezpośrednim kontakcie z drugą osobą (Drabik, Sobol, 2007). Istotą tego jest przepływ informacji pomiędzy różnymi podmiotami w celu uzgodnienia przez wszystkich uczestników tego procesu wspólnego i tożsamego rozumienia sytuacji lub stanu. Komunikowanie uważa się za skuteczne, jeśli definicja danej sytuacji jest rozumiana w taki sam sposób przez wszystkich uczestników procesu wymiany informacji (Hausner, 1999, 12).

Co składa się na proces komunikowania?

Aby wytworzyć właściwy proces komunikowania się należy spełnić kilka warunków – musi istnieć (ryc. 1):

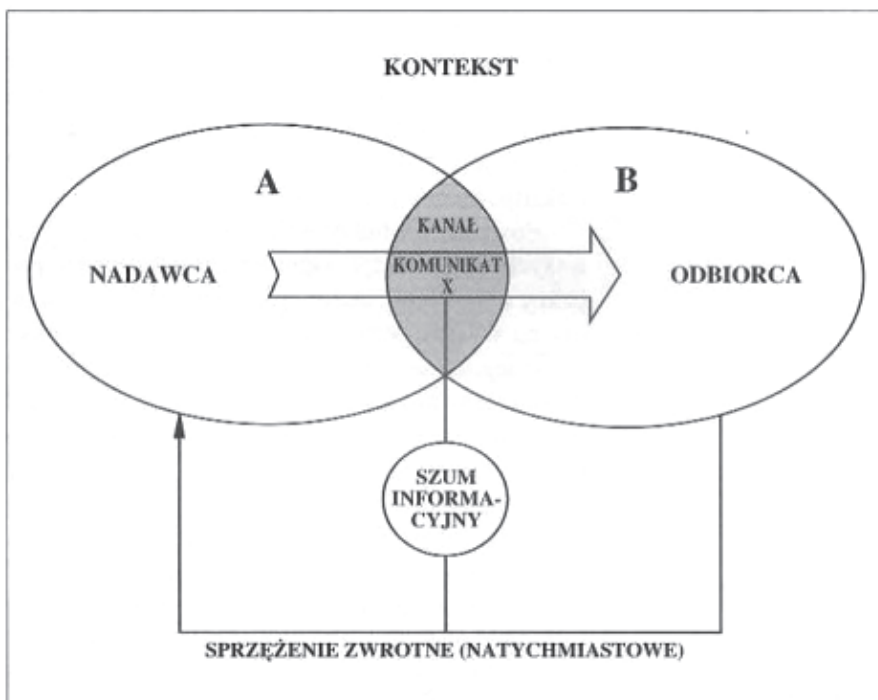
- nadawca i odbiorca komunikatu, (na lekcji chemii nauczyciel-uczeń, uczeń-nauczyciel, uczeń-uczeń),
- wspólny dla obu stron język, czyli kod i związane z tym kodowanie-dekodowanie (na lekcji chemii m. in. język symboli, wzorów, modeli),
- właściwy środek (kanał) komunikacji (np. modelowanie, wizualizacja służąca opisowi zjawisk i procesów),
- komunikat.

Brak przynajmniej jednego z tych elementów może spowodować zakłócenia w komunikacji językowej.

Po co się komunikujemy?

Komunikować możemy się w różnych celach, by m. in.:

- wyrazić swoje uczucia, myśli czy przekonania,
- przekazać innym swoje doświadczenia,
- wymienić z innymi posiadane informacje,
- uzgodnić poglądy czy stanowisko w danej sprawie,
- wydawać polecenia (Mruk, 2004).



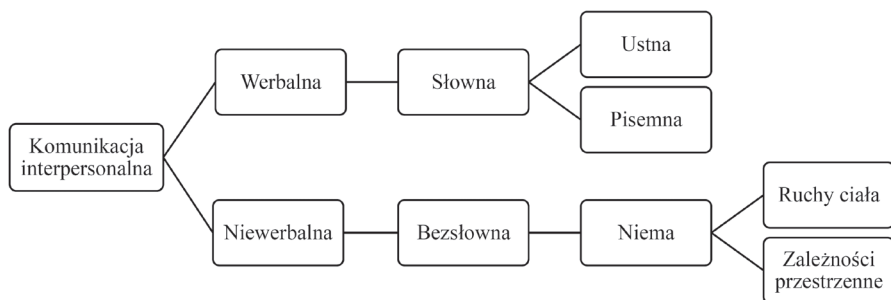
Ryc. 1. Schemat komunikowania interpersonalnego (wg Dobek-Ostrowska, 2007, 20)

Przez lata człowiek nauczył się używać różnorodnych środków wyrazu w komunikacji m.in.: wyraz twarzy, gesty – takie jak np.: podanie ręki, po wydawane przez siebie dźwięki, na przykład śmiech. Aby móc nawiązać kontakt z drugim człowiekiem, nauczyliśmy się mówić i pisać. Gdy to nie wystarcza, stosujemy dodatkowe formy takie jak obraz czy muzyka. Najprostszy model komunikowania się polega na przekazywaniu przez nadawcę komunikatu (werbalnego lub niewerbalnego) a następnie na odebraniu go przez odbiorcę. W komunikacji interpersonalnej, czyli wymianie informacji między jej uczestnikami – nośnikami danych mogą być np.: słowa, gesty, teksty, obrazy, dźwięki. Ważne jest, aby były one zrozumiałe dla obu stron, czyli nadawcy i odbiorcy komunikatu (Rogaliński, 2012). Komunikowanie interpersonalne to podejmowana w określonym kontekście wymiana werbalnych, wokalnych i niewerbalnych sygnałów (symboli) w celu osiągnięcia lepszego poziomu współdziałania (Nęcki, 2000, 98). Komunikacja jest niezbędnym elementem tworzenia pozytywnego wizerunku, jest niezwykle trudnym do jednoznacznego zdefiniowania pojęciem. Tworzy ona „podstawę egzystencji każdego człowieka, każdej społeczności i jest niezbędnym składnikiem procesu socjalizacji oraz elementem wszelkich procesów społecznych” (Biesaga-Słomczewska, 2009).

Komunikacją nazywa się też zestaw określonych reguł i elementów tworzących logiczną wypowiedź. Innymi słowy narzędziem komunikacji w tym przypadku jest język (Stalmaszczyk, 2006). Jednak nie tylko słowa w porozumiewaniu się odgrywają znaczenie. W rzeczywistości jednak komunikacja niewerbalna może odegrać równie istotną, o ile nie większą, rolę. W komunikacji język pełni rolę nośnika informacji, które dopiero po nadaniu im zabarwienia emocjonalnego oddają swoje prawdziwe przesłanie i odkrywają intencje mówcy. Kompleksowe komunikowanie (wsluchanie się w głos i obserwacja gestykulacji mówcy) często dają odbiorcy dużo więcej informacji niż słowa same w sobie (Antoniewicz, Trawińska, 2008). Tego typu przykładem może być dialog lub dyskusja, gdzie mówcy wymieniają się nie tylko informacjami, ale i gestykulacją, każda akcja pociąga za sobą reakcję (Marshall, 2008).

Rodzaje komunikacji

Komunikacja interpersonalną dzieli się na komunikację werbalną i komunikację niewerbalną (ryc. 2).



Ryc. 2. Podział komunikacji interpersonalnej

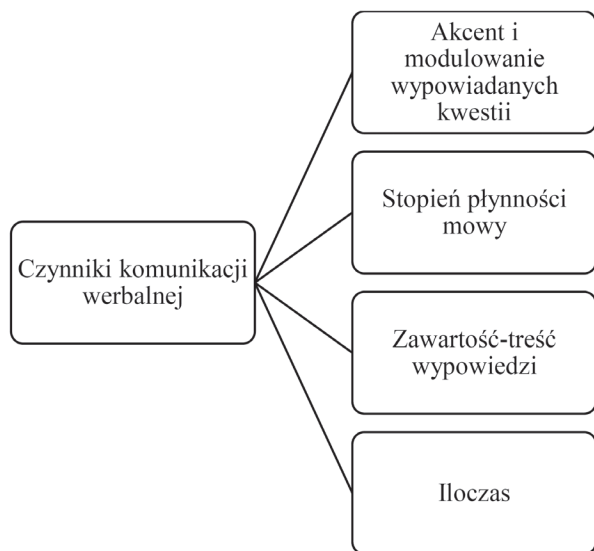
Komunikacja werbalna a niewerbalna

Komunikacja werbalna charakteryzuje się tym, że w wymianie komunikatów używamy wypowiedzianych słów, które za pomocą określonych reguł gramatycznych są przekształcane w zdania. Natomiast komunikacja niewerbalna opiera się na mowie ciała (np. gestach, mimice). Większość naszych komunikatów ma charakter niewerbalny, ponieważ często wykonują się one bez udziału naszej świadomości. W niewielkim stopniu potrafimy kontrolować np. drżenie rąk, zmianę wielkości źrenic czy ekspresję wokalną głosu. Za komunikację werbalną uważa się każdy komunikat, w którym środkiem przekazywania informacji jest mowa. Komunikacji tej jednak często współtowarzyszy komunikacja niewerbalna (Domachowski, Kowalik, Miluska, 1984). W trakcie rozmowy przekazywane treści są niejednokrotnie w towarzystwie gestów oraz mimiki, które w przyjętym kodzie językowym w danej kulturze potwierdzają komunikaty zwerbalizowane.

Czynniki komunikacji werbalnej

W komunikacji werbalnej dużą rolę odgrywa szereg czynników (ryc. 3), m.in.:

- to, w jaki sposób zaakcentujemy określony komunikat, często może mieć większy wpływ na naszego rozmówcę niż sama zawartość treściowa wypowiedzi (akcent i modulowanie wypowiedzianych kwestii),
- to czy nasza wypowiedź będzie płynna i pozbawiona przerywników w postaci ‘yyyyy’, ‘eeee’, etc. ma duży wpływ na odbiór komunikatu przez naszego rozmówcę (stopień płynności mowy),
- to z osobą, o jakich kompetencjach kulturowych rozmawiamy. Powinniśmy zadbać o to, aby dostosować komunikat do naszego odbiorcy, pamiętać o poprawności językowej i właściwym doborze słownictwa, którym dysponujemy (zawartość-treść wypowiedzi),
- zmniejszanie lub wydłużanie czasu wypowiedzianego słowa (iloczas).



Ryc. 3. Czynniki komunikacji werbalnej

Komunikacja werbalna opiera się na wypowiedziach słownych przy użyciu wyrazów i zdań. Podczas dialogu z innymi osobami używamy słów. Kiedy czytamy książkę, to zapoznajemy się z komunikatem, który dany autor chce nam przekazać za pomocą zapisanych słów. Gdy piszemy list lub wypracowanie, to również – przekazujemy treść komunikatu – przy użyciu słów.

Poziomy komunikacji werbalnej

Rodzaje komunikacji:

a) komunikacja pionowa

Z komunikacją pionową mamy najczęściej do czynienia w przypadku komunikatów formalnych, które mają miejsce pomiędzy np. pracownikami a ich przełożonymi czy uczniami a nauczycielami. Komunikacja pionowa może służyć przekazywaniu informacji i poleceń, wskazaniu spraw, które wymagają szczególnej uwagi lub rozwiązania. W takim przypadku występuje komunikacja w dół. O komunikacji w górę mówimy wtedy, gdy pracownicy czy uczniowie informują swoich przełożonych o własnych dokonaniach, o realizacji i wykonaniu zadań, o problemach w pracy czy szkole itd. Odpowiedzialni nauczyciele nie unikają komunikacji w górę, gdyż ułatwia ona kierowanie i nadzór nad procesem uczenia się. Komunikację w górę możemy zaobserwować także w placówkach szkolnych na poziomie takim gdzie uczeń komunikuje się również z kierownikiem szkoły lub pozostałymi pracownikami placówki.

b) komunikacja pozioma

Komunikacja pozioma jest charakterystyczna dla członków określonego zespołu np. uczniowskiego lub pracowników, którzy zajmują stanowiska na tym samym poziomie. Komunikacja pozioma może być formalna lub nieformalna.

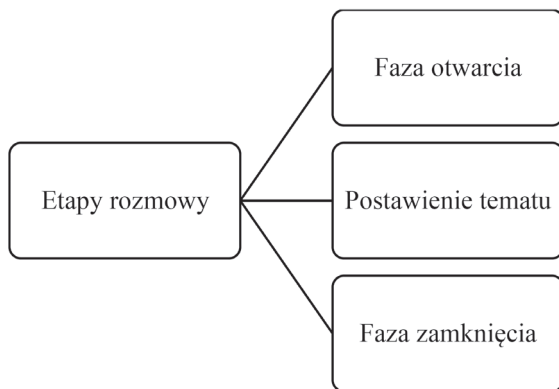
Aby komunikacja werbalna odznaczała się skutecznością i efektywnością, uczestnicy komunikacji powinni posiadać umiejętności mówienia, czytania, słuchania oraz przekonywania. Pewne arabskie powiedzenie mówi o tym, że człowiek posiada tylko jedno usta, ale dwoje uszu. Parafrazując to przysłowie można powiedzieć, że człowiek ma czworo uszu i posługuje się czterema językami. Wyjaśnieniem tego jest fakt, że istnieją cztery płaszczyzny komunikacji:

- rzeczowa (formalna) – informacje są przekazywane w sposób formalny i oczywisty,
- autoportretu (autoprezentacji) – płaszczyzna ta służy do przekazania informacji o naszym nastroju w chwili nadawania komunikatu,
- wzajemnych relacji – wskazuje stosunek do drugiej osoby lub otoczenia,
- apelu – zawiera życzenie lub żądanie skierowane do odbiorcy komunikatu (Rogaliński, 2012).

Słowa i ich znaczenia są podstawowym, lecz zawodnym sposobem porozumiewania się. Jest to niezwykle bogaty i plastyczny środek wyrażania myśli i uczuć, sprawiający jednak niekiedy znaczne kłopoty. W odróżnieniu od dźwięków zwierzęcych informujących o stanach emocjonalnych, mowa ludzka jest wyuczona i może przenosić informację o wydarzeniach dziejących się wokół nas. Istnieją różne rodzaje wypowiedzi werbalnej:

- mowa egocentryczna – skierowana do samego siebie np. u niemowląt,
- polecenia i instrukcje – stosowane w celu wywarcia wpływu na zachowania innych, mogą być uprzejmie perswazyjne lub autorytarne,
- pytania – ukierunkowane na uzyskiwanie informacji werbalnej, mogą być otwarte lub zamknięte, osobowe lub bezosobowe,
- informacja – może być udzielana w odpowiedzi na pytania, być częścią wykładu lub występować w dyskusji nad rozwiązaniem problemu.

Możliwości, jakie daje język wykorzystujemy tylko w ograniczonym zakresie. Język dysponuje wieloma określeniami tych samych spraw, różniącymi się odcieniami znaczeniowymi. Rozważania na temat sprawności porozumiewania za pomocą języka kładą nacisk na precyzję wypowiedzi, znajdowanie odpowiednich określeń dla nazywania rzeczy i zjawisk. Słowo pomaga nam ujawnić siebie, lecz także ukryć. Możemy posługiwać się nim także i wtedy, gdy chcemy kogoś wprowadzić w błąd, ukryć siebie. Stąd bierze się brak zaufania do słów? Komunikacja werbalna jest niezbędna, by móc, na co dzień efektywnie porozumiewać się tzn. przekazywać sobie informacje, uzgadniać stanowiska, dochodzić do wspólnych rozwiązań pojawiających się problemów, porównywać stan obecny z zamierzeniami itp. (Załaźnińska, 2006), unikając przy tym nieporozumień i destrukcyjnych konfliktów. Wydaje się, że rozmawianie, prowadzenie konwersacji jest zachowaniem dobrze nam znanym, prostym i oczywistym. Tymczasem bliższa analiza wskazuje na ogromną złożoność procesu – uczestniczenie w rozmowie wymaga aktywizacji wielu procesów psychicznych, wrażliwości, wykorzystywania wachlarza emocji i odbioru sygnału – aktów komunikacji. W każdej rozmowie można wyróżnić trzy główne fazy: otwarcia, postawienia tematu, zamknięcia (Nęcki, 1991).



Ryc. 4. Etapy rozmowy

W fazie pierwszej rozmówca, przede wszystkim inicjator, zwraca uwagę na siebie i wzajemną identyfikację połączoną najczęściej z przekazem zadowolenia

(jawnym lub ukrytym). W drugiej fazie wyróżniamy kilka etapów, zawierających wypowiedzi o pierwszym temacie rozmowy. Temat ten powinien zostać zainicjowany przez inicjatora i dać informację partnerowi rozmowy, dlaczego i po co spotkaliśmy się (motywacja i uzasadnienie pojęcia konwersacji). W drugiej fazie rozmówcy kontynuują rozmowę, przy wykorzystaniu wszystkich znanych im sposobów komunikacji werbalnej w celu osiągnięcia zamierzonego efektu. Faza zamknięcia to ostatnia faza konwersacji. Prowadzi ona do finału rozmowy tak, aby niezależnie od jej przebiegu żaden z rozmówców nie był urażony czy nie czuł się zlekceważony. Należy, więc na koniec rozmowy odpowiednio pożegnać się, podziękować wyrazić ochotę następnego spotkania. Rozmowa jest najstarszym i najświetniejszym narzędziem uczenia się i nauczania, drogą, którą przekazujemy – i na której docierają do nas – wszelkie wiadomości.

Antropolog Albert Mehrabin odkrył, że w procesie komunikacji interpersonalnej:

- 7% informacji przekazują słowa osoby mówiącej,
- 38% – brzmienie jej głosu i
- 55% – jej zachowania niewerbalne. Podobne wyniki uzyskał amerykański psycholog Ray Birdwhistell. Jego badania dowodzą, że w konwersacjach bezpośrednich:
- 35% informacji stanowią słowa a
- 65% z ekspresji niewerbalnej. Dane te w pełni uzasadniają stwierdzenie, że „mówimy dzięki naszym organom mowy, lecz rozmawiamy całym naszym ciałem” (Gordon, 1996).

Komunikacja niewerbalna

Uzupełnieniem komunikacji werbalnej jest także przekaz niewerbalny (współwystępujący lub wyrażający intencje komunikacyjne nadawcy). Może także zastępować słowa. Komunikacja niewerbalna, zatem to zespół komunikatów nadawanych i odbieranych przez ludzi na wszystkich niewerbalnych kanałach jednocześnie (Domachowski, Kowalik, Miluska, 1984). Informują one o podstawowych stanach emocjonalnych, intencjach, oczekiwaniach wobec rozmówcy, pozycji społecznej, pochodzeniu, wykształceniu, samoocenie, cechach temperamentu itd. Komunikaty te nadawane są i odbierane najczęściej na poziomie nieświadomym, jednak mogą być również nadawane i odbierane świadomie.

Formy komunikacji niewerbalnej

Przekaz niewerbalny obejmuje: wygląd fizyczny, ruch ciała, gesty, wyraz twarzy, ruch oczu, dotyk, głos oraz sposób wykorzystywania czasu i miejsca w komunikowaniu się. Nie zawiera jednak gestów, które zawierają słowa, takich jak język migowy, ani słów pisanych lub przekazywanych elektronicznie

(Stewart, 2008). Komunikacja niewerbalna może odgrywać równie istotną (lub nawet większą) rolę, co komunikacja werbalna. Czasami mówimy, że mamy „przeczcucie” lub „niejasne odczucie”, iż ktoś skłamał, tak naprawdę mamy na myśli, że mowa ciała nie idzie w parze ze słowami.

Funkcje komunikacji niewerbalnej (ryc. 5)

c) a) funkcja informacyjna

Komunikacja niewerbalna jest istotnym źródłem wiedzy i informacji. Dzięki niej można dowiedzieć się m.in. o samopoczuciu rozmówcy, stanie uczuciowo – emocjonalnym, jak również postawie wobec drugiej osoby. Sygnały niewerbalne mają duże znaczenie, ponieważ często bywają nieuświadomione, a danej osobie trudno jest nad nimi zapanować.

d) b) wspieranie wypowiedzi słownej

Za pomocą komunikacji niewerbalnej osoba może „dopowiedzieć” komunikat przekazywany werbalnie. Dzięki temu można pełniej zrozumieć wypowiedz.

e) c) wyrażanie postaw i emocji

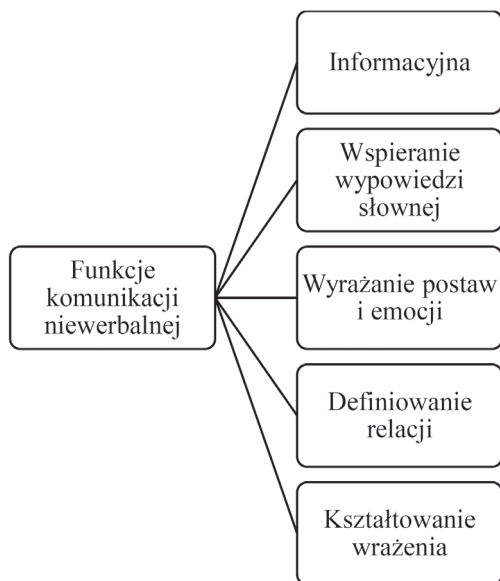
Komunikacja niewerbalna służy głównie wyrażaniu stanów uczuciowo – emocjonalnych. Do wyrażania emocji służą głównie dotyk, mimika, gesty czy dystans. Można to zauważyć na podstawie wyrażania przyjaźliwości lub wrogości. Wyrażaniu sympatii służą uśmiech, bliskość fizyczna, kontakt wzrokowy, dotyk, natomiast postawa wrogości charakteryzuje się przeciwstawnymi komunikatami niewerbalnymi.

f) d) definiowanie relacji

Ta funkcja komunikacji niewerbalnej może służyć do określenia poziomu poufałości i zażyłości pomiędzy uczestnikami komunikacji. Przy użyciu sygnałów niewerbalnych jednostki mogą zakomunikować własną bliskość. Osoby, które są ze sobą w bliskim kontakcie utrzymują kontakt wzrokowy, zmniejszają dzielący ich dystans fizyczny, pochylają się ku sobie i dotykają się wzajemnie. Do wyrażenia własnej dominacji służy określona postawa, sposób nachylenia sylwetki, napięcie mięśni.

g) e) kształtowanie wrażenia

Stosowane przez nas sposoby komunikacji niewerbalnej umożliwiają stworzenie określonego wizerunku. Do najbardziej efektywnych strategii należą te, które opierają się na atrakcyjności i zaufaniu (Tkaczyk, 1996; Knapp, Hall, 2000).



Ryc. 5. Funkcje komunikacji niewerbalnej

Komunikaty niewerbalne

Komunikaty niewerbalne (Stewart 2008):

1. mimika (wyraz twarzy); odzwierciedla określone stany emocjonalne oraz postawy, np. szczęście, zdziwienie, strach, smutek, gniew, pogarda.
2. pantomimika (gesty); ilustracje wypowiedzi, ujawnianie zaangażowania w rozmowę, określone ruchy ciała, np. poruszanie głową lub rękoma. Ruchy te posiadają ścisłą koordynację z mową i należą do procesu komunikacji.
3. zachowania przestrzenne (proksemika) – określa wzajemny wpływ relacji przestrzennych między rozmówcami na proces komunikacji, Na proksemikę wpływają dwie sprzeczne potrzeby – potrzeba prywatności i potrzeba afiliacji.

Paul Ekman i Wallace Friesen dokonali podziału gestów (ryc. 6), wyróżniając:

- emblematy – niewerbalne zastępniki określonych wyrazów, np. użycie podniesionego kciuka, jako aprobaty (Kopek-Putala, 2012, 89),
- regulatory – gesty, które służą synchronizacji przebiegu wymiany zdań, np. skinienie głowy oznaczające akceptację lub podanie ręki,
- ilustratory – gesty pozwalające w sposób plastyczny podkreślić daną wypowiedź, np. opisując małe dziecko gestykulujemy w charakterystyczny sposób, aby podkreślić małe stopki czy rączki,

- adaptatory – pomagające przystosować się do sytuacji (opanowanie emocji, przebywanie z ludźmi, zaspokojenie potrzeb – dotykanie warg, drapanie się po karku, pocieranie nosa, poprawianie okularów bawienie się łańcuszkiem albo pierścionkiem, gryzienie ołówka czy obgryzanie paznokci podczas odczuwanego zdenerwowania).



Ryc. 6. Przykładowe gesty (joyoftech.com)

Amerykański specjalista z zakresu wiedzy odnoszącej się do danej kultury – etnolog Edward T. Hall (2001) zaproponował podział stref dystansu komunikacyjnego na 4 przestrzenie proksemiczne (ryc. 7):

- strefa intymna (do 0,45 m) – obszar na wyciągnięcie łokcia – przestrzeń bardzo blisko naszego ciała, w której prawie zawsze dochodzi do kontaktu fizycznego z rozmówcą, odległość zarezerwowana jedynie dla bardzo bliskich osób (małżonek, partner, dziecko). Naruszenie tej strefy przez inną osobę odbierane jest, jako agresja terytorialna,
- strefa osobista (0,45 m – 1,2 m) – obszar na wyciągnięcie ręki – przestrzeń prywatna, wpuszczane są tu osoby, które dobrze znamy i z którymi czujemy się bezpiecznie,

- strefa społeczna (1,2 m – 3,6 m) – przestrzeń poza obszarem możliwego łatwego dotyku, kontakt z osobami obcymi i tymi, które znamy, lecz nie lubimy specjalnie i traktujemy, jako obce,
- strefa publiczna (powyżej 3,6 m) – obszar, w którym kontaktujemy się z osobami publicznymi (np. ministrem podczas spotkania, rektorem uczelni podczas inauguracji roku akademickiego).



Ryc. 7. Strefy przestrzeni (<https://zygmuntmakolumne.wordpress.com/2015/12/18/przestrzeni-dystans-interakcji-jaka-role-odgrywa-odleglosc-w-naszyc-kontaktach-z-innymi-ludźmi/>)

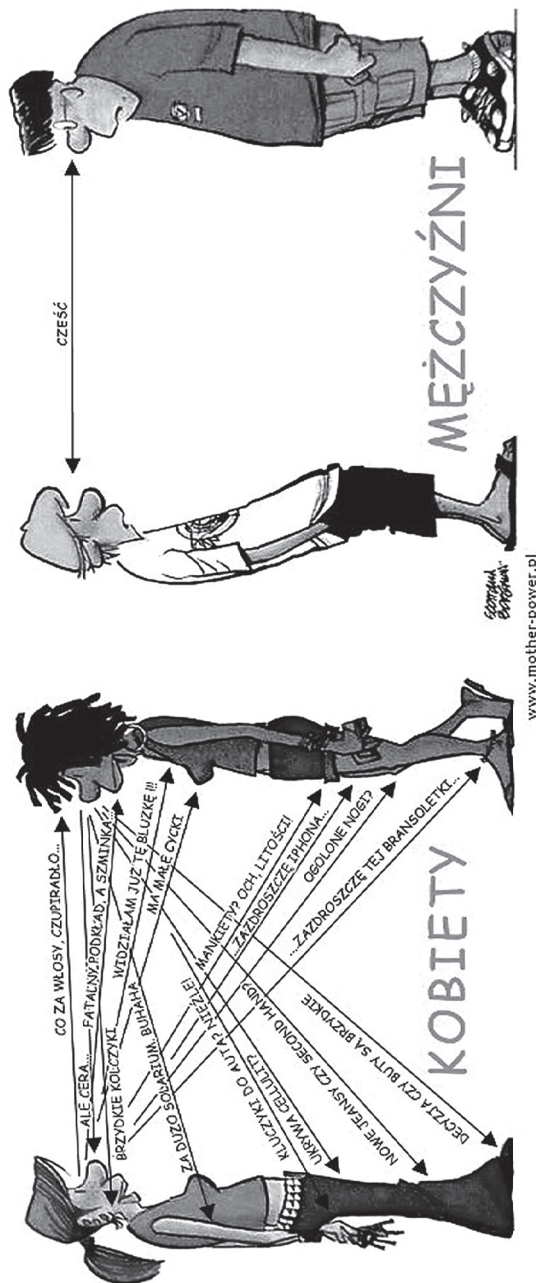
Po naruszeniu strefy intymnej, psychiczne zdystansowanie można uzyskać przez odwrócenie twarzy (zawieszanie wzroku w przestrzeni, skupianie się na czymś innym), stanie bokiem lub tyłem. Stosowanie się do tych zaleceń zwłaszcza, gdy mamy do czynienia z osobą nieznaną zapobiega potęgowaniu agresji i wynikającej z niej kłótni. Dzieci mogą zareagować na taką sytuację lękiem. Chcąc zwiększyć odległość między sobą i rozmówcą, można nieznacznie odchylić się do tyłu lub w bok (zachowując otwartą przestrzeń przed twarzą), lub wyciągnąć nogi przed siebie. Próby zmniejszenia dystansu polegają natomiast na nieznacznym zbliżaniu się do rozmówcy, wychylaniu się w jego kierunku. Ludzie stojący lub siedzący prawie wprost zwrócenii do siebie twarzami lub mający możliwość łatwego zwrócenia twarzy w kierunku partnera, gdzie dodatkowo sylwetki obu osób nie mają cech napięcia (m.in. nie

są usztywnieni, nie kręcą się nadmiernie), a całe ręce i dłonie są otwarte – to osoby posiadające relację „zamkniętą”, tzn. taką gdzie trudno byłoby trzeciej osobie włączyć się do rozmowy. Ludzie pozostający ze sobą w dobrym kontakcie spontanicznie i nieświadomie przyjmują prawie identyczną pozycję ciała, a także wykonują podobne ruchy ciałem, jak w lustrzanym odbiciu. Często mówią do siebie głosem o podobnej sile, tempie i melodii. Możemy te zabiegi świadomie zastosować, jeżeli zależy nam na dobrym wczuwaniu się w stan przeżywany przez rozmówcę i chcemy być odbierani, jako osoba rozumiejąca i życzliwa. Nawet wtedy, gdy mamy zamiar wyrazić przyjazne uczucia wobec mało znanego człowieka (np., gdy podchodzimy do niego blisko, poklepujemy go po ramieniu, obejmujemy), jest bardzo prawdopodobne, że zareaguje na takie gesty niechętnie. Może będzie usiłował zachować się wobec nas uprzejmie, uśmiechać się, ale najprawdopodobniej będzie natychmiast próbował zwiększyć dystans, choćby nieznacznie. Jednym z nieświadomie stosowanych sygnałów zaznaczania własnego terytorium, a jednocześnie wyznaczania minimalnego dopuszczalnego dystansu, jest rozkładanie własnych rzeczy na stolikach, biurkach, zwłaszcza wtedy, gdy są one wspólnie używane.

- czynniki paralingwistyczne – podczas mówienia pojawiają się znaki świadczące o naszych uczuciach i emocjach, (ton głosu, tempo mowy, intonacja, przerwy, chrząknięcia, *eeee*, *mmmm*...)
- wygląd fizyczny – rodzaj ubrania, zegarki, kolczyki, makijaż, komórka, sygnety, buty budowa i postawa ciała itp.
- oczy – ruchy oczu, odruch źreniczny i wielkość źrenic, częstość mrugania, kierunek patrzenia, kontakt wzrokowy, wielkość oczu itp. – ukierunkowanie uwagi, stan emocjonalny, przykrość-przyjemność, lubienie-nielubienie (Argyle, 1999).

Najprostszymi niewerbalnymi sygnałami, które mogą wskazywać na to, że się bronimy, są skrzyżowane ramiona (czasem także nogi), pochylona sylwetka. Taką pozycję przyjmują często osoby, które mało się znają, czują się ze sobą niepewnie (np. uczniowie wywołani niespodziewanie do odpowiedzi). Niezadowolenie manifestuje się najczęściej następująco: ściągnięte brwi, zaciśnięte usta i szczęki, pochylona głowa, spojrzenie skierowane w dół lub znad pochylonej głowy na rozmówcę, ciało lekko odchylone do tyłu. Niechęć może być ujawniana także przez splecione palce lub zaciśnięte pięści. Z osobą przekazującą takie sygnały niewerbalne trudno nawiązać dobry kontakt, chociaż wypowiedane przez nią słowa mogą wskazywać na życzliwy do nas stosunek. Wszelkie sygnały niewerbalne należy odczytywać znając punkt odniesienia, czyli wiedząc, jakie zachowania są typowe dla osoby, której komunikat niewerbalny chcemy odczytać oraz znając warunki zewnętrzne. Skrzyżowane ramiona mogą, bowiem świadczyć po prostu o tym, że osobie jest zimno i próbuje zminimalizować straty ciepła, niekoniecznie oznacza postawę obronną.

KOMUNIKACJA NIEWERBALNA



Ryc. 08. Komunikacja niewerbalna kobiet i mężczyzn (<http://blog.wirtualnemediia.pl/wp-content/uploads/2012/09/komunikacja.jpg>)

Sygnaly niewerbalne są dla nas głównym źródłem informacji o emocjach, uczuciach i uzupełniają, podkreślają to, co przekazujemy za pomocą słów, które czasami okazują się niewystarczające a lepiej niż słowa przemawia uśmiech czy gest. Dzięki sygnałom niewerbalnym możemy wzmocnić przekaz słowny, uczynić go bardziej czytelnym dla odbiorcy. Zachowanie niewerbalne pomaga w wyjaśnianiu niejasnych przekazów. Ogólnie rzecz biorąc, mamy większe zaufanie do tego, co sygnalizuje nam zachowanie drugiej osoby, niż do jej wypowiedzi słownych. Język ciała prawie zawsze odsłania autentyczne intencje. Jednak bezsłowne komunikaty rozmówcy należy interpretować ostrożnie, gdyż ich znaczenie zależy od tego, kto, gdzie, i jak je przekazuje.

Jak tworzyć komunikat, tak, aby jak najlepiej przekazać to, co ma się do powiedzenia

Komunikaty typu „Ty” oraz ich konsekwencje

Komunikat typu „Ty” wyraża opinię o drugiej osobie. Mówimy w nim o człowieku a nie o tym, jak jego zachowanie działa na nas. Łatwo jest w ten sposób sprawić przykrość drugiej osobie, zostać odebrany, jako osoba oskarżająca lub robiąca wyrzuty, co u naszego partnera w relacji wywołuje reakcję obronną.

Często popełniane błędy w wypowiedzi np. nauczyciela:

- wyolbrzymienia („wszystkie przedmioty są ważniejsze niż chemia”),
- oceny („jesteś bardzo kiepskim uczniem”),
- zarzuty („chemia nie liczy się dla Ciebie”),
- uogólnienia („nigdy nie masz czasu na naukę chemii”),
- wypominania przeszłości („w tamtym roku szkolnym też ...”).

Każda z powyższych wypowiedzi prowokuje negatywną reakcję ze strony odbiorcy komunikatu. Osoba ta ma ochotę zaprzeczyć wyolbrzymieniu, obronić się przed zarzutem. Może poczuć się poniżona oceną i odwzajemnić się tym samym, gdy wypomina się jej przeszłe błędy. Uogólnienia wywołują u niej poczucie niesprawiedliwości. Jak można tego wszystkiego uniknąć?

Komunikaty typu „Ja”

Wystarczy zbudować komunikat wedle kilku zasad:

1. Zacząć od opisu swoich uczuć. Od tego, co się czuje w związku z zachowaniem drugiej osoby.
2. Wskazać konkretne zachowanie drugiej osoby. Unikać ogólników, odnosić się do konkretnej sytuacji.
3. Opisać, dlaczego dane zachowanie rani/przeszkadza. Jakie konsekwencje w związku z nim wynikają dla Ciebie.
4. Jasno powiedzieć o tym, czego oczekuje się na przyszłość.

Komunikaty typu „Ja” są bardzo pomocne zwłaszcza w sytuacjach konfliktowych. Dzięki nim można zapanować nad gwałtownymi emocjami i nie wypowiadać słów, których później można by żałować. Komunikaty typu „Ja” mogą wpłynąć na relację wyłącznie w pozytywny sposób.

Właściwy komunikat nauczyciela:

- Jest mi smutno, że nie nauczyłeś się na dzisiaj na chemię (1),
- Stawiasz mnie przed faktem dokonanym i w ostatniej chwili mówisz, że się nie nauczyłeś na chemię (2),
- Bardzo cieszyłam się, że będziesz mógł dzisiaj zdobyć dobrą ocenę, cały wieczór przygotowywałam wczoraj zadania dedykowane specjalnie dla Ciebie (3),
- Chciałabym, żebyś w przyszłości dokładniej zaplanował czas na naukę chemii i zarezerwował go odpowiednio więcej(4).

Informacja zwrotna

W jaki sposób wyrazić zdanie na temat tego, co zrobiła/powiedziała druga osoba, w taki sposób, aby jej nie urazić? Nawet krytyczną opinię można wygłosić w formie, która nie sprawi drugiej osobie zbyt wiele przykrości.

Informacja A z ust nauczyciela:

- Znów dwójka. Popiełniasz strasznie dużo błędów przy pisaniu wzorów związków chemicznych i uzgadnianiu stron równań reakcji chemicznych, więc większa ilość wykonanych przykładów (niż było zadane) w ogóle Cię nie ratuje. Jeśli dalej będziesz popełniał tyle błędów, to nigdy nie wystawię Ci wyższej oceny.

Informacja B:

- Przyznam, że Twoja praca jest o wiele lepsza od poprzednich. Widzę, że przyłożyłeś się do niej i postarałeś. Niestety znalazłam w niej wiele błędów w tworzeniu wzorów sumarycznych związków chemicznych i uzgadnianiu stron równań reakcji chemicznych, przez co nie mogę dać Ci wyższej oceny. Jestem pewna, że jeśli następnym razem popracujesz nad nimi, to z radością będę mogła Ci wstawić zasłużoną piątkę.

Obie wypowiedzi mówią o tym samym, jednak wzbudzając odmienne uczucia. Po usłyszeniu pierwszej opinii może pojawić się więcej negatywnych uczuć i zniechęcenia. Druga wypowiedź, może natomiast zmotywować do działania i dalszej pracy!

Jak stworzyć, więc informację zwrotną, która nie zrani, lecz zmotywuje?

Należy budować komunikat w formie kanapki:

- pozytywna informacja,
- konstruktywna (!) uwaga,
- pozytywna informacja.

Zawsze można znaleźć jakąś zaletę w pracy drugiej osoby. Warto zaczynać swoją wypowiedź odnosząc się właśnie do niej, a dopiero potem mówić o wadach. Należy nie używać uogólnień i nie podcinać drugiej osobie skrzydeł. Jeśli ma się dla niej jakąś wskazówkę, dzięki której następnym razem jej praca może być lepsza, należy powiedzieć o niej! Należy udzielać informacji zwrotnej używając komunikatów typu „Ja” a nie „Ty”! (Faber, Mazlish, 2010; Schulz von Thun, 2001; Ury, 2006).

Podsumowanie

Komunikacja międzyludzka (zarówno werbalna, jak i niewerbalna) to proces, który zachodzi nieustannie. Skutkiem niemal każdej sytuacji jest przekazywanie i odbieranie określonych komunikatów. Od umiejętności porozumiewania się zależą nasze sukcesy czy porażki, zadowolenie w życiu prywatnym i zawodowym. Tym bardziej w takim zespole, jakim jest szkoła, gdzie należy stworzyć warunki dla sprawnego przebiegu procesu wzajemnego komunikowania się nauczycieli, uczniów ich rodziców i innych przedstawicieli środowiska lokalnego między sobą. Aby jednak tę umiejętność porozumiewania zaszczerpić wśród młodzieży i osób dorosłych uczących się w szkole i nie tylko, musimy przede wszystkim sami posiadać ową umiejętność.

Tak, więc aby eliminować zakłócenia w komunikowaniu się w szkole, należy:

- starać się mówić zawsze właściwym tonem głosu, o ile to możliwe tłumiąc nieodpowiednie emocje,
- mówić bardzo zrozumiale,
- utrzymywać równe tempo mówienia, nie za szybko, niezbyt wolno,
- nie mówić w sposób monotony, akcentować ważne punkty, unikać podnoszenia głosu na końcu zdania,
- zwracać uwagę na gesty, mimikę twarzy, pozycję ciała, aby w ten sposób wzbudzić pozytywne odczucia (Pałka, 1985; Argle, 1999; Gordon, 1996).

Praca w oświacie wymaga umiejętnego komunikowania się nauczyciela zarówno z uczniami, rodzicami, środowiskiem lokalnym jak i z koleżankami i kolegami z pracy.

Bibliografia

- Dobek-Ostrowska, B., (2007). *Podstawy komunikowania społecznego*, Wrocław.
- Drabik, L., Sobol, E., (2007). *Słownik języka polskiego PWN*, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2014 (copyright 2007).
- Hausner, J., red., (1999). *Komunikacja i partycypacja społeczna. Poradnik*. Kraków.
- Mruk, H., (red.) (2004). *Komunikowanie się w marketingu*, PWE; Warszawa; 2004.
- Rogaliński, P., (2012). *Komunikacja werbalna i niewerbalna*, 2012.
- Nęcki, Z., (2000). *Komunikacja międzyludzka*, Kraków.
- Biesaga-Słomczewska, E. J., (2009). *Negocjacje, jako narzędzie zarządzania w organizacji zorientowanej na rynek*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2009, s. 19.
- Stalmaszczyk, P., (2006). *Introduction to Linguistics*, maszynopis, Łódź 2006. Handout 1: Basic concepts.
- Antoniewicz, P., Trawińska M., (2008). Ciało, jako maszyna stawiająca opór [w:] R. Cieślak (red.), *Retoryka ciała w dyskursie publicznym*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2008, s. 209.
- Marshall, L. (2008). *The Body Speaks*, A&C Black Publishers Ltd, London 2008, s. 159.
- Domachowski, W., Kowalik, S., Miluska, J., (1984). *Z zagadnień psychologii społecznej*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Żalazińska, A., (2006). *Niewerbalna struktura dialogu. W poszukiwaniu polskich wzorców narracyjnych i interakcyjnych zachowań komunikacyjnych*. Kraków.
- Nęcki, Z., (1991). *Negocjacje w biznesie*. Kraków: Antykwa.
- Gordon, T., (1996). *Wychowanie bez porażek*. Warszawa, 1996.
- Stewart, J., (2008). *Mosty zamiast murów* Podręcznik komunikacji interpersonalnej, PWN Warszawa.
- Tkaczyk, L. (1996). *Komunikacja niewerbalna – postawa, mimika, gest*. Warszawa: Wydawnictwo Astrum, 1996, s. 12.
- Knapp, M. L., Hall, J. A. (2000). *Komunikacja niewerbalna w interakcjach międzyludzkich*. Wrocław: Wydawnictwo Astrum, 2000, s. 405.
- Kopek-Putała, W. (2012). Praca z uczniem posiadającym trudności w nauce – refleksje nauczyciela w: V Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Badania w dydaktyce przedmiotów przyrodniczych” Kraków, 27-29 VI 2012 r. ISBN 978-83-7271-766-5, str. 87-91

- Hall, E.T., (2001). *Ukryty wymiar*, Wydawnictwo Literackie MUZA, Warszawa, 2001.
- Argle, M., (1999). *Psychologia stosunków międzyludzkich*. PWN, Warszawa, 1999.
- Faber, A., Mazlish, E., (2010). *Jak mówić, żeby dzieci nas słuchały. Jak słuchać, żeby dzieci do nas mówiły*. Media Rodzina
- Schulz von Thun, F., (2001). *Sztuka Rozmawiania I*. Kraków: WAM.
- Ury, W., (2006). *Dochodząc do zgody. Przekształcanie konfliktów w domu, w pracy i na świecie*. Taszów: Biblioteka Moderadora.
- Pałka, S., (1985). *Niewerbalne komunikowanie w procesie kształcenia*. „Zeszyty Naukowe” UJ. 1985. Prace pedagogiczne, z. 2.
- joyoftech.com* dostęp 15.07. 2016
- <https://zygmuntmakolumne.wordpress.com/2015/12/18/przestrzen-i-dystans-interakcji-jaka-role-odgrywa-odleglosc-w-naszyc-kontaktach-z-innymi-ludzi/> dostęp 15.07. 2016
- <http://blog.wirtualnemedial.pl/wp-content/uploads/2012/09/komunikacja.jpg> dostęp 15.07. 2016

Acknowledgments

The article is supported by Specific Research Project of the Faculty of Science, University of Hradec Kralove, Czech Republic Nr. 2119/2016

Wioleta Kopek-Putała
Uniwersytet Hradec Králové, Czechy
kopek.putala@gmail.com

Predstavy slovenských učiteľov nižšieho sekundárneho vzdelávania o skleníkovom efekte a jeho výučbe

Úvod

Skleníkový efekt a s ním súvisiace globálne otepľovanie je v súčasnosti vysoko aktuálnou témou, ktorá sa stáva predmetom mnohých diskusií. O potrebe venovať danej problematike pozornosť svedčí aj nedávny klimatický summit, ktorý sa konal vo Francúzsku v dňoch od 30.11. do 11.12.2015. Jeho prioritou bolo dosiahnuť dohodu o záväzkoch jednotlivých strán o znižovaní emisií skleníkových plynov¹. Napriek početným diskusiám a snahám o redukciu týchto emisií na medzinárodnej politickej úrovni sa stále viac ukazuje, že samotné zákony nie sú postačujúce. Najdôležitejším krokom, ako uvádza A. Bozdoğan (2009), je upovedomiť spoločnosť o globálnom otepľovaní, a to na všetkých stupňoch vzdelávania.

Mnohé zahraničné výskumy však poukazujú na fakt, že žiaci, študenti prírodovedných predmetov, ba samotní učitelia majú často mylné predstavy o danej problematike. Medzi najčastejšie sa vyskytujúce miskoncepce patrí predovšetkým zamieňanie problematiky narastania ozónových dier a skleníkového efektu (Boyes, Stanistreet, 1993; Groves, Pugh, 1999; Dove, 1996, Bozdoğan, 2009, Kisoglu, et al. 2010, Çeliker, Kara, 2011). Ďalšími často sa vyskytujúcimi nesprávnymi predstavami sú vnímanie skleníkového efektu ako primárne a výlučne dôsledku ľudskej činnosti (Groves, Pugh, 1996; Khalid, 1999; Cimer, et al. 2011) či prepojenie zvýšeného výskytu rakoviny kože so zvyšovaním emisií skleníkových plynov (Çeliker, Kara, 2011, Arslan et al., 2012).

K podobným výsledkom sme dospeli pri identifikovaní predstáv o skleníkovom efekte medzi študentmi učiteľstva prírodovedných predmetov v slovenskom prostredí (Kováčová, Held, 2016). Aby žiaci mali správne predstavy o danej téme a dokázali ju dostatočne pochopiť, je nevyhnutné osvojenie si danej témy učiteľmi. V. Dawson (2012), vo svojej štúdií zisťovala, ako učitelia druhého stupňa základných škôl rozumejú problematike klimatických zmien. Jedným zo zistení bolo, že jeden z piatich učiteľov verí, že skleníkový efekt nás chráni pred nebezpečným UV žiarením a viac ako dve tretiny učiteľov tvrdí, že skleníkový efekt je zapríčinený predovšetkým oxidom uhličitým.

Na základe uvedených skutočností považujeme za potrebné zistiť, v akom rozsahu je prístupňovaná téma skleníkový efekt na slovenských základných školách, aký je prístup učiteľov základných škôl na Slovensku k tejto téme a aké sú predstavy samotných učiteľov o tomto fenoméne.

¹ *Návrh textu klimatickej dohody je dostupný na: <<http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09.pdf>> [cit. 2016-05-25]*

Ciele výskumu a metodológia

Primárnym cieľom nášho výskumného šetrenia bolo analyzovať súčasný stav výučby témy *skleníkový efekt* na slovenských základných školách z pohľadu učiteľov. Sekundárnym cieľom bolo odhaliť predstavy samotných učiteľov o tomto fenoméne.

Na dosiahnutie tohto cieľa sme si zvolili metódu individuálneho semištruktúrovaného rozhovoru, čo nám umožnilo udržiavať zameranie rozhovoru a súčasne participantom uplatniť vlastnú perspektívu a skúsenosti (Hendl, 2005).

Celkovo sme uskutočnili 8 individuálnych rozhovorov s učiteľmi prírodovedných predmetov na rôznych základných školách na Slovensku. Vzhľadom na to, že naše výskumné šetrenie má charakter kvalitatívneho výskumu, pri ktorom sa rozširovanie vzorky ukončí, pokiaľ už neprináša pre výskumníka nové údaje (Prokša, Held, 2008), považujeme našu výskumnú vzorku za dostatočnú. Bližšiu charakteristiku učiteľov z hľadiska aprobácie a dĺžky praxe uvádzame v tabuľke 1. Všetci participanti výskumu boli skúsení učitelia s priemernou dĺžkou praxe 12 rokov.

Tabuľka 1. Výskumná vzorka

	Aprobácia			Počet rokov praxe
A	Chémia	Matematika	-	12
B	Chémia	Biológia	-	14
C	Chémia	Fyzika	-	10
D	Chémia	Biológia	-	11
E	Chémia	Fyzika	-	19
F	Chémia	Biológia	-	15
G	Chémia	Biológia	Geografia	5
H	Chémia	Fyzika	-	11

Rozhovory s učiteľmi sme realizovali na jednotlivých základných školách, kde učitelia pôsobia. Každý rozhovor bol zaznamenaný ako zvuková nahrávka na diktafón. Priemerná dĺžka trvania rozhovoru bola 18 min. Celkovo sme získali 142 minútový záznam, ktorý sme podrobili doslovnému transkriptu.

Pri zabezpečovaní validity a reliability výskumu sme vychádzali z práce K. Kotuľáckovej (2008). Priamym kontaktom s učiteľmi a následným citovaním replík počas analýzy transkriptu sme zabezpečili validitu nášho výskumného šetrenia. Reliabilitu sme sa snažili dosiahnuť opisom metódy zberu dát, podmienok realizácie výskumu a technických možností. Trinaguláciu sme naplnili pýtaním sa na rovnaký jav inak štruktúrovanou otázkou, či v iných konotáciách, ale aj

uistením sa, či danej odpovedi rozumieme jej zjednodušeným a opätovným vysvetlením počas rozhovoru.

Doslovný prepis, ktorým sme získali 42 normostrán textu, sme v prvej fáze výskumu analyzovali a podrobili tzv. otvorenému kódovaniu, v rámci ktorého sa udalosti, činy a interakcie porovnávajú a hľadajú sa podobnosti a odlišnosti. Zároveň je im priradené pojmové označenie. Takto sa pojmovo podobné udalosti, činy a interakcie zoskupujú do kategórií a subkategórií (Corbin, Strauss, 1990). V nasledujúcej časti uvádzame najvýznamnejšie z nich. Ukotvenie jednotlivých kategórií v dátach potvrdzujeme ukážkami z doslovného transkriptu v ich pôvodnom znení.

Výsledky výskumu

Zaradenie témy skleníkový efekt do procesu vyučovania učiteľmi

Jednou z prvých otázok, ktoré sme položili učiteľom, bolo zaradenie témy *skleníkový efekt* do vyučovania z hľadiska ich aprobácie a ročníkov, v ktorých danú tému vyučujú. Táto otázka sa ukázala ako mimoriadne užitočná a to hneď v niekoľkých ohľadoch. Na jednej strane jej zaradenie do úvodnej časti interview zaručilo uvoľnenie atmosféry a elimináciu počiatkovej nervozity niektorých učiteľov. Na druhej strane sme získali cenné informácie o pohľade učiteľa na danú tému a jeho prístupe k nej.

Na základe výpovedí učiteľov možno konštatovať, že téma *skleníkový efekt* je podľa nich veľmi roztrieštená a prakticky sa jej ako samostatnej téme nevenuje ani jedna celá hodina. „*Samostatnú hodinu na skleníkový efekt nemám vôbec*“. Najväčší priestor pre sprístupnenie danej témy je na chémii v šiestom, resp. v siedmom ročníku², a to v rámci témy vzduch, kde sa sprístupňuje spolu s ďalšími environmentálnymi problémami akými sú kyslé dažde či ozónová diera. „*Ja tam mám tému znečistenie vzduchu na jednu vyučovaciu hodinu a je tam ozónová diera tak jednoducho povedané, je tam aj ten skleníkový efekt, je tam smog a kyslé dažde*“. Jeho prepojenie s ďalšími environmentálnymi témami možno nájsť aj na hodinách biológie. „*V biológii ten skleníkový efekt až tak priamo (premýšľanie), tam začínajú vlastne v osmičke tie environmentálne problémy a tam vlastne*“.

Pre prehľadnosť uvádzame predmety a ročníky, v ktorých sa podľa vyjadrení učiteľov, môžu žiaci aspoň okrajovo stretnúť s danou problematikou v nasledujúcej tabuľke. Napríklad na chémii v ôsmom ročníku učiteľa uviedli, že skleníkový efekt sa môže spomenúť pri téme oxidy. Podobne je to aj v deviatom ročníku pri metáne. Treba však dodať, že metán ako skleníkový plyn vnímalo len veľmi málo učiteľov.

2 Podľa inovovaného štátneho vzdelávacieho programu, ktorý je v platnosti od septembra 2015, sa chémia v šiestom ročníku ZŠ nevyučuje a presúva sa do siedmeho ročníka ZŠ.

Tabuľka 2: Možnosti zaradenia témy skleníkový efekt do vyučovania z pohľadu učiteľov

Predmet	Ročník
Chémia	6./7., 8., 9.
Biológia	8., 9.
Fyzika	7.
Geografia	9.

Ďalším aspektom, ktorý vyplynul z rozhovorov s učiteľmi a ovplyvňuje zaradenie témy skleníkový efekt do vyučovacieho procesu, je dôležitosť danej témy z pohľadu učiteľa, resp. priority, ktoré si stanovuje učiteľ pri rozvrhovaní učiva. Ako príklad uvádzame vyjadrenie učiteľky, ktorá nevenuje pozornosť problematike skleníkového efektu na chémii v ôsmom ročníku základnej školy z časového hľadiska a uprednostnenia iných tém: „(...) *my v ôsmom ročníku máme málo hodín a je tam strašne veľa učiva a tam sa zameriavame na názvoslovie, na nejaké základné oxidy a tam už priestorovo nie je čas na to.*“ Podobne sa vyjadrila aj ďalšia učiteľka: „(...) *aby tú systematiku poznali a také no, iné veci, čiže toto keď už je tak na konci roka, na chvoste, tak sa na to zabúda.*“

Sprístupňovanie skleníkového efektu učiteľmi

V úvodnej časti sprístupňovania skleníkového efektu siahajú učitelia po vyučovacích metódach ako rozhovor, diskusia či pojmové mapy. Po obsahovej stránke sa v úvode zameriavajú najmä na znečisťovanie a negatívny vplyv ľudskej činnosti na životné prostredie. „*Vlastne začínam tým znečisťovaním toho životného prostredia. Robíme si pojmovú mapu a na základe toho si povieme, čo všetko znečisťuje to ovzdušie.*“ „*Začala som znečistením vzduchu, hej a priemyselnej výroby. Je to vlastne dôsledok priemyselnej výroby.*“ Na základe analýzy rozhovorov možno konštatovať, že učitelia z našej výskumnej vzorky už v úvode sprístupňovania danej témy poukazujú na skleníkový efekt ako na negatívny jav a nevenujú pozornosť prirodzenému skleníkovému efektu, ktorý je nevyhnutný pre život na Zemi.

Veľmi častou pomôckou, ktorú používajú učitelia pri vysvetľovaní skleníkového efektu, sú prirovnania, a to najmä ku skleníku, podľa ktorého vznikol aj názov skleníkový efekt. „*Aby v podstate vedeli, že skleníkový sa nazýva preto, že skleník je tiež uzavretý a to teplo, ktoré tam je, vlastne sklo naspäť neprepúšťa.*“ Iní učitelia porovnávajú ako vyzerala naša planéta kedysi a dnes. V niektorých rozhovoroch sme tiež zachytili personifikácie, ktoré majú žiakov emocionálne naladiť, aby si dokázali lepšie predstaviť ako sa naša planéta môže „cítiť“, keď ju znečisťujeme.

V neposlednom rade je pre učiteľov nevyhnutnou súčasťou vysvetľovania skleníkového efektu používanie obrázkov. Z analýzy rozhovorov vyplynulo,

že učitelia buď siahajú po obrázkoch z učebnice alebo internetu, avšak mnohí tiež kreslia obrázky žiakom na tabuľu. Vysvetľovanie samotného procesu skleníkového efektu bolo často veľmi povrchné, neúplné či nepresné. „*No nakreslím im akože zemeguľu, atmosféru, ako prichádza slnečné svetlo, ako vlastne tie oxidy zabraňujú, aby to teplo z tej planéty odchádzalo a ono sa vlastne tými šípkami znovu odráža naspäť*”. Ako možno vidieť z ukážky, obrázky slúžia učiteľom ako pomôcka pri vysvetľovaní podstaty skleníkového efektu.

Pri otázke, či realizujú so žiakmi pokusy, ktorými by im ozrejmili skleníkový efekt, sme získali negatívne odpovede. Niektorí učitelia podľa ich vlastných vyjadrení robia so žiakmi len málo časovo nenáročných pokusov a uprednostňujú skôr videá, či prezentácie. V súvislosti so skleníkovým efektom by si učitelia vedeli predstaviť realizovať alebo realizujú pokusy s oxidom uhličitým, ktorý považujú za jeden z hlavných skleníkových plynov. Zaujímavosťou je, že voda sa ako skleníkový plyn neobjavila v žiadnom z rozhovorov.

Súčasťou sprístupňovania témy skleníkový efekt je aj poukázanie na dôsledky zvyšovania emisií skleníkových plynov. Učitelia najčastejšie uvádzajú ako dôsledok globálne otepľovanie, topenie ľadovcov, ale aj zvyšovanie hladiny oceánov a zaplavovanie pevnín. „*Dôsledky vyvodzujeme v podstate dôsledok to globálne otepľovanie. To je taký jeden, ktorý im ja hovorím.*“ „*Najčastejšie teda pri otepľovaní sa roztápajú ľadovce, zvyšovanie hladiny oceánov*”.

Činnosti žiakov

Skleníkový efekt spolu s ďalšími environmentálnymi problémami predstavujú pre učiteľov témy, ktoré často nechávajú v réžii samotných žiakov. „*Oni (žiaci) mali pripraviť nejaké postery, buď aj o skleníkovo efekte alebo mali, čo sa týka kyslých dažďov a rôznych tých ekologických problémov, čiže dali sme to aj im na starosť*”. Všeobecný model sprístupňovania danej témy predstavuje teda stručné oboznámenia žiakov s environmentálnymi problémami zo strany učiteľa a následne sa daných tém zhostia žiaci. Úlohou žiakov môže byť vytvoriť poster na danú tému, prezentáciu či projekt. „*Referáty keď robievam, tak robievam v šiestom ročníku s tým, že im nadiktujem témy aj z vody aj zo vzduchu a vždycky toľko tém, koľko je žiakov v triede, aby nemali rovnaké a im to tak podelím s tým, že to nemôžu čítať, musí to povedať, musí všetkému rozumieť a cudzie pojmy nám musí vysvetliť, lebo tie deti sa ho na to budú pýtať*”.

Požiadavky, ktoré kladú učitelia na žiakov sa odzrkadľujú aj v prístupe učiteľov k danej problematike. Pre učiteľov je dôležité, aby si žiaci pri týchto témach precvičili prezentačné zručnosti, schopnosť komunikovať. Zároveň považujú za potrebné viesť žiakov k environmentálnej zodpovednosti a uvedomeniu si vplyvu ľudskej činnosti na životné prostredie.

Predstavy žiakov o skleníkovom efekte z pohľadu učiteľov

V priebehu rozhovorov sme sa tiež učiteľov pýtali na to, ako žiaci vnímajú tému skleníkový efekt a aké majú predstavy o tomto fenoméne. Zaujímalo nás, či učitelia u žiakov postrehli nejaké nesprávne predstavy. Z rozhovorov vyplynulo, že učitelia tému skleníkový efekt nevnímajú ako problémovú pre žiakov. Viacerí z učiteľov sa vyjadrili, že ide o tému, ktorej žiaci rozumejú a majú k nej pozitívny postoj. „*No určite je to možno pre nich taká prijateľnejšia téma ako nejaké kyseliny alebo ja neviem volajaké ióny a reakcie, lebo ich to asi viacej zaujíma, lebo z toho ekologického pohľadu, že tak im je to bližšie z tejto stránky*”. Problém teda učitelia nevidia v náročnosti danej témy, ale skôr v nepozornosti žiakov, nechcote učiť sa, či neschopnosti zreprodukovať učivo. „*Problém nastane len vtedy, keď je ľahostajný (žiak) voči tomu, ale keď sa mu to vysvetlí, on by nemal mať s tým problém*”. Niektorí učitelia však poukázali aj na to, že žiaci si často zamieňajú skleníkový efekt s ďalšími environmentálnymi problémami. „*Podľa mňa v tom majú chaos celkovo. Keď sa naraz učí o smogu, o kyslých dažďoch, o skleníkovom efekte*”. Tieto nesprávne predstavy sa učitelia snažia eliminovať opätovným vysvetlením učiva.

Predstavy učiteľov o skleníkovom efekte

Analýzou rozhovorov sme sa snažili tiež identifikovať, aké sú predstavy samotných učiteľov o skleníkovom efekte. Počas rozhovorov s učiteľmi sme zaznamenali neistotu pri opise sprístupňovania danej témy žiakom. „*(...) čiže tie svetelné lúče prejdú, ale v podstate to teplo sa tam zachytí. Nevie, či to vysvetľujem správne*”. Taktiež po terminologickej stránke boli vyjadrenia niektorých učiteľov nepresné. Ako príklad uvedieme zamieňanie pojmov počasie a klíma. „*No začíname asi tým, že či si decká všimli nejaké zmeny, že počasie ako sa mení*”. Na nesprávne používanie týchto termínov upozorňujú tiež V. Dawson a K. Carson (2014), podľa ktorých sa toto neporozumenie vyskytuje medzi študentmi.

Zamieňanie problematiky skleníkového efektu a ozónových dier, ktoré, ako sme už spomínali v úvode, je veľmi časté nielen u žiakov základných škôl, ale aj u kandidátov učiteľstva, sme zaznamenali aj medzi samotnými učiteľmi. V jednom z rozhovorov učiteľka poukazovala na poster, ktorý robila jej žiačka na tému skleníkový efekt. Diskusiu, ktorá nasledovala uvádzame v ukážke nižšie:

Moderátor: „*Čiže toto (poster) bolo na ten skleníkový efekt? Ale tam majú, že ozónová vrstva*”.

Učiteľ: „*No to je asi ozónová diera toto*”.

Moderátor: „*Takže nie skleníkový efekt?*”

Učiteľ: „*No to asi nie*”.

V nasledujúcej diskusii však učiteľka nevedela určiť, či ide o znázornenie skleníkového efektu, pretože obrázok znázorňoval akoby ozónová vrstva zabráňovala prenikaniu skleníkových plynov do atmosféry.

Zdroje informácií o skleníkovom efekte

Ako veľmi zaujímavá sa ukázala kategória, do ktorej sme zaradili zdroje, odkiaľ učitelia čerpajú informácie o skleníkovom efekte. Najčastejším zdrojom informácií je pre učiteľov učebnica, pričom pre viacerých z nich je to zároveň jediný zdroj. „*Tak v podstate vychádzam z učebnice. To, čo je v učebnici vlastne, to je gro*”. Niektorí učitelia dopĺňajú informácie z učebnice využívaním internetu, kde zvyčajne vyhľadávajú prezentácie a krátke videá, ktoré by žiakom mohli premietnuť na hodine. Niektorí učitelia tiež siahajú po prírodopisných filmoch, prípadne časopisoch. Keď sme sa spýtali na konkrétne časopisy, ktoré používajú učitelia ako zdroj informácií, zaznamenali sme okrem relevantných prameňov, aj také, ktoré nie je možné považovať za dôveryhodné a majú konšpiračný charakter (napr. časopis Zem a vek).

Záver

Na základe výsledkov prvej fázy kódovania možno konštatovať, že skleníkový efekt je téma, s ktorou sa žiaci základných škôl môžu stretnúť na viacerých prírodovedných predmetoch a vo viacerých ročníkoch, hoci často len veľmi okrajovo. Skleníkový efekt býva najčastejšie sprístupňovaný spolu s ďalšími environmentálnymi problémami ako kyslé dažde či ozónové diery. Táto skutočnosť, podľa vyjadrení učiteľov, vedie často k nedostatočnému rozlíšeniu jednotlivých environmentálnych problémov žiakmi.

Skleníkový efekt spolu s ďalšími environmentálnymi problémami považujú učitelia za vhodné témy pre projektovú činnosť a nácvik prezentačných zručností žiakov. Ide o témy, ku ktorým majú, podľa vyjadrení učiteľov, žiaci pozitívny postoj.

Napriek tomu, že učitelia danú tému nepovažujú za náročnú a nevnímajú ju ako problematickú pre žiakov, z analýzy rozhovorov vyplynulo, že aj samotní učitelia vykazovali počas rozhovorov neistotu a nepresnosti pri opisovaní sprístupňovania danej témy. Dôvodom môže byť na jednej strane fakt, že učitelia danú tému nepovažujú za dostatočne dôležitú a ich úroveň sprístupňovania je len povrchná, prípadne ju nechávajú v kompetencii žiakov. Na strane druhej to môže byť nedostatočné pochopenie danej problematiky zo strany učiteľov, čo vedie k niektorým nesprávnym predstavám, ktoré sme v priebehu analýzy rozhovorov identifikovali.

Záver, ktoré z nášho výskumného šetrenia vyplývajú, poukazujú na potrebu zvýšenia pozornosti environmentálnej problematike vzhľadom na to, že ide o vysoko aktuálny a celospoločenský problém, ako aj na korekcie nesprávnych predstáv nielen medzi žiakmi, ale aj medzi učiteľmi.

Pod'akovanie

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

Zoznam použitej literatúry

- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C. & Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667-1686.
- Bozdoğan, A. E. (2009). An investigation on turkish prospective primary school teachers' perceptions about global warming. *World Applied Science Journal*, 7(1), 43-48.
- Çeliker, D. & Kara, F. (2011). Determining the misconceptions of pre-service chemistry and biology teachers about the greenhouse effect. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 2463-2470.
- Çimer, S. O., Çimer, A. & Ursavaş, N. (2011). Student teachers' conceptions about global warming and changes in their conceptions during pre-service education: A cross sectional study. *Educational Research and Reviews*, 6(8), 592-597.
- Corbin, J., Strauss, A. (1990). Grounded Theory Research: Procedures, Canons, and Evaluative Criteria. *Qualitative Sociology*, 13 (1), 3-21.
- Dawson, V. & Carson, K. (2014). *Climate change & The greenhouse effect*. Australia: University of Western Australia.
- Dawson, V. (2012). Science teachers' perspectives about climate change. *Teaching Science*, 58(3), 8-13.
- Dove, J. (1996). Student teacher understanding of the greenhouse effect, ozone layer depletion and acid rain. *Environmental Education Research*, 2(1), 89-100.
- Groves, H. F. & Pugh, F. A. (1999). Elementary pre-service teacher perceptions of the greenhouse effect. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 75-81.
- Hendl, J. (2005). *Kvalitatívni výzkum. Základní metody a aplikace*. 1. vyd. Praha: Portál.
- Khalid, T. (1999, March). *The study of pre-service teachers' alternative conceptions regarding three ecological issues*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, Massachusetts.
- Kişoğlu, M., Gürbüz, H., Erkol, M., Akar, M. S. & Akilli, M. (2010). Prospective Turkish elementary science teachers' knowledge level about the greenhouse

effect and their views on environmental education in university. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 2(2). 217-236.

Kotuľáková, K. (2008). *Štúdium generačných a kultúrnych diferencií prírodovedných pojmov mimo vedeckej komunity* [Dizertačná práca]. Trnava: Trnavská Univerzita v Trnave.

Kováčová, L. & Held, E. (2016). Predstavy študentov učiteľstva o skleníkovom efekte. *11. Medzinárodný seminár študentů doktorského studia oboru didaktika chemie*. Praha: Univerzita Karlova

Prokša, M. & Held, E. (2008). *Metodológia pedagogického výskumu a jeho aplikácia v didaktikách prírodných vied*. 1. vyd. Bratislava: Univerzita Komenského Bratislava.

Lucia Kováčová

Pedagogická fakulta, Trnavská Univerzita v Trnave

lucia.kovacova@tvu.sk

Topologická štruktúra pojmov v slovenských učebniciach fyziky

Úvod

Študenti na získavanie nových vedomostí pracujú vo vyučovacom procese s učebnicami. Na získanie najväčšieho počtu nových poznatkov by mali byť učebnice písané čo najzrozumiteľnejšie, a na to je potrebné aby boli písané spôsobom, ktorý je pre vývoj mozgu čo najprirodzenejší. Podľa jedného z autorov (Teleki 2015) výklad učiva v učebniciach, ktorý tvorí sieťovú štruktúru, musí byť zostavený tak, aby nahrával vnútornej stratégii mozgu, pomocou ktorého sa učí. Sme presvedčení, že najľahšie ide učenie vtedy, keď táto sieťová štruktúra je škálovo invariantné s pravdepodobnostným rozdelením $p \propto k^{-\alpha}$ (zeta-rozdelenie), kde α je parameter, ktorý charakterizuje sieť. Naše presvedčenie pramení z Barabásiho štúdií odolnosti komplexných sietí voči náhodným útokom (Albert 2000). Ak je tento parameter rovnaký pre dve rôzne siete vieme povedať, že siete sú vizuálne podobné i keď sa môže v detailoch odlišovať. V prírode (napr. kooperačná sieť proteínov, internet, atď.) sa ukazuje, že tento parameter má hodnotu $\alpha \approx 2,5$. Po analýze vybranej časti učiva z fyziky, sme zistili, že $\alpha \approx 2,06$, pričom teoretická spodná hranica parametra α zeta-rozdelenia je 1. Môžeme povedať, že obsah učiva celkom dobre zodpovedá štruktúram sietí, ktoré vznikajú prirodzeným spôsobom (s odolnosťou voči poruchám), teda nahráva vnútornej stratégii mozgu pri učení, čo sa tejto podmienky týka.

Siete a sieťová štruktúra učebníc

Siete vytvárajú rôzne sieťové štruktúry, pozostávajú z uzlov (uzol, angl. *node*), ktoré sa spájajú prepojeniami (hrana, angl. *edge*). Siete sú všade okolo nás, napr. topologická mapa internetu, webu, proteínov, sociálne vzťahy medzi jedincami, atď. Prvým modelom ako vznikajú siete je Erdősioho-Rényiho, ktorý hovorí, že siete vznikajú náhodne s poissonovským rozdelením. Ukazuje sa, že tento model nie je vyhovujúci pre reálne siete. Barabási (2009) popísal univerzalitu topológie sietí a ukázal, že siete vznikajúce prirodzeným vývojom, pod tlakom evolučných výberových kritérií, sú nezávislé od ich veku, funkcie či rozsahu a približujú sa k škálovo invariantným štruktúram. Škálovo invariantný charakter bol preukázaný v mnohých reálnych sieťach. (Barabási, 1999; Albert, 2000; Barabási, 2009; Jong, 2000).

Pravdepodobnosť škálovo invariantnej siete má rozdelenie

$$p \propto k^{-\alpha}$$

kde k je počet hrán uzlu (tzv. rád uzlu) a parameter α je približne stredný počet prepojení jedného uzlu v sieti. Yang (2006) ukázal, že tento parameter je v reálnych sieťach medzi hodnotami $2 < \alpha < 3$ ale existujú aj občasné výnimky.

Z Barabásiho (1999) analýzy vyplýva, že samoorganizujúce sa siete v prírode majú najčastejšie parameter $\alpha \approx 2,5$. Predpokladáme, že obsah učebnice má tiež takéto rozdelenie, je to prirodzené pre mozog a učenie sa je jednoduchšie. Považujeme preto za nutné naše predpoklady doplniť empirickými údajmi získanými z rozboru sieťovej štruktúry textu učebníc, v prvom rade školských učebníc fyziky.

Na rozbor učebnice treba určiť uzly a hrany. Uzly predstavujú fyzikálne pojmy a vety, ktoré sú presne vymedzené v metódach. Za prepojenie dvoch viet považujeme *prechodové slová a frázy* (tzv. *transitional words* a *transitional phrases*) a prepojenie vety s fyzikálnym pojmom je v prípade, ak je pojem spomenutý vo vete.

Podobnej téme sa už venovali Čongrádyová (2016) a Hrdý (2016), no my sme túto analýzu rozšírili o prepojenia pomocou prechodových slov a fráz. Tým podchytilíme prepojenia takých viet, ktoré neobsahujú pojmy. Pod pojmom rozumieme také slová, resp. slovné spojenia, ktoré majú v prírodných vedách špeciálny význam, rozšírený význam v porovnaní s bežným používaním.

Metódy

Na rozbor sme si vybrali učebnicu Fyziky pre 2. ročník gymnázia od Svobodu (1985) a kol., pomocou ktorej sa na niektorých školách ešte vyučuje alebo slúži ako pomôcka na doplnenie či precvičovanie preberaného učiva. Pozornosť sme venovali prvej kapitole s názvom *Základné poznatky molekulovej fyziky a termodynamiky*, ktorá bola rozobratá na 24 stranách. Predtým ako sme prešli na detailnú analýzu učebnice sme si museli presne stanoviť isté pravidlá pre uzly – vety a pre hrany – prechodové slová alebo frázy. Uzlom sme rozumeli všeobecne komunikačnú jednotku, ktorého prototypom bola veta. V texte je veľa druhov objektov, ktorých prvotným cieľom je niest' informáciu sám o sebe. Z vlastností tohto veľkého počtu typov objektov sme filtrovali hlavne tie, ktoré nachádzame aj vo vetách, alebo vykazujú funkčnú príbuznosť s informatickými vlastnosťami viet.

Na rozdiel od viet a jemu príbuzných objektov, ktoré sú prvotne nosičom informácií o sebe, hrany sú iného druhu objekty – ich prvotným poslaním je poprepájať vety a jemu podobné jednotky do väčšieho celku, dať im sémantickú štruktúru. Jedná sa o prechodové slová a objekty jemu príbuzné. Z týchto objektov sme filtrovali sémantické poslanie objektov.

Za jeden uzol (vetu) je považovaný:

- *fyzikálny pojem, veta* – jednoduchá i súvetie,
- *názov state*,
- *obrázok* – s celým popisom,
- *tabuľka*,

- *úvodný obrázok/fotografia*,
- *poznámka* – ak poznámka obsahuje viac viet, tak každá veta predstavuje jeden uzol,
- *historická poznámka* – rovnako ako poznámka,
- *príklad* – rovnako ako poznámka,
- *úloha* – rovnako ako poznámka a *riešenie* k úlohe považujeme za uzol, samotný pojem úlohy nepovažujeme za uzol.

Za prepojenie (prechodové slovo alebo frázu) je najčastejšie považované:

- *symbol* *,
- *symbol* ;,
- *číslovanie* (napr. obrázkov, vzťahov,...),
- *vymenovanie* (napr. – , a), b), c),...),
- spomenutie *obrázka* (napr. obr. 1-1, obr. 2-1,...),
- pomocou zopakovania *slova* alebo *frázy* (najmä fyzikálne pojmy),
- *označenie veličiny/jednotky* (napr. tlak p , teplota T , kelvin K ,...),
- *zamlčané slovo/fráza* – pomocou ktorých je jednoznačné, ktoré vety na seba nadväzujú.

Keď sme si určili presné pravidlá mohli sme prejsť na rozbor učebníc. Pri každej vete sme spravili vetný rozbor a hľadali všetky fyzikálne pojmy, prechodové slová a prechodové frázy. Na zisťovanie, či slovo/výraz je fyzikálny pojem sme použili *Fyzikálny slovník slovensko-anglický, anglicko-slovenský*, ktorého autormi sú Čerňanský (2007) a kol. Slovo/výraz sme zaradili medzi fyzikálne pojmy, ak sa nachádzal v tejto publikácii, pričom sme skloňovanie slov nebrali do úvahy. Fyzikálny pojem sme spojili s vetou, ak sa nachádzal vo vete. V prípade, ak sa fyzikálny pojem vo vete vyskytol viackrát, tak sme to považovali za jedno, to isté prepojenie. Po podrobnom rozbere sme zostrojili schému všetkých prepojení pre celú kapitolu pomocou grafického programu YED Graph Editor, vhodného na vytváranie sietí, grafov, máp,... Tak sme zistili koľko prepojení má každý fyzikálny pojem vo vybranom texte.

Výsledky

Po analýze vybranej časti učebnice sme zistili, že text obsahuje 499 uzlov s 1492 prepojeniami, ktoré tvoria sieť znázornenú na obr. 1. Biele uzly predstavujú fyzikálne pojmy a čierne uzly predstavujú vety.

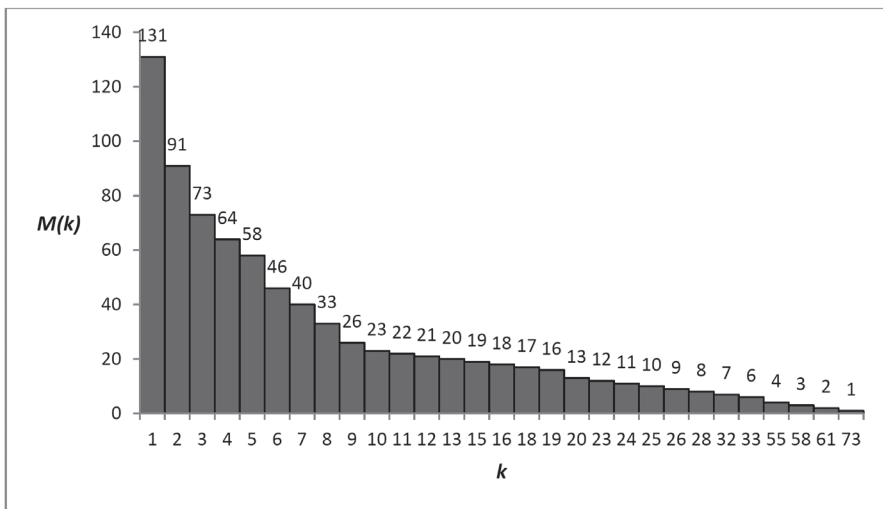


Obr. 1 Sieťová štruktúra pojmov z prvej kapitoly učebnice fyziky. Biele uzly predstavujú fyzikálne pojmy a čierne predstavujú vety. Veľkosť uzlu je daná rádom uzlu (počtom jeho hrán).

Z obr. 1 vidíme, že existuje veľa fyzikálnych pojmov (biele uzly), ktoré majú jedno prepojenie. Vyskytujú sa tu aj pojmy, ktoré majú veľký počet prepojení. Čím je uzol väčší, tým má viac prepojení. Zo získaných hodnôt sme pre našu vybranú kapitolu z učebnice fyziky dostali „kumulatívny“ histogram početnosti prepojení fyzikálnych pojmov znázornený na obr. 2, pričom

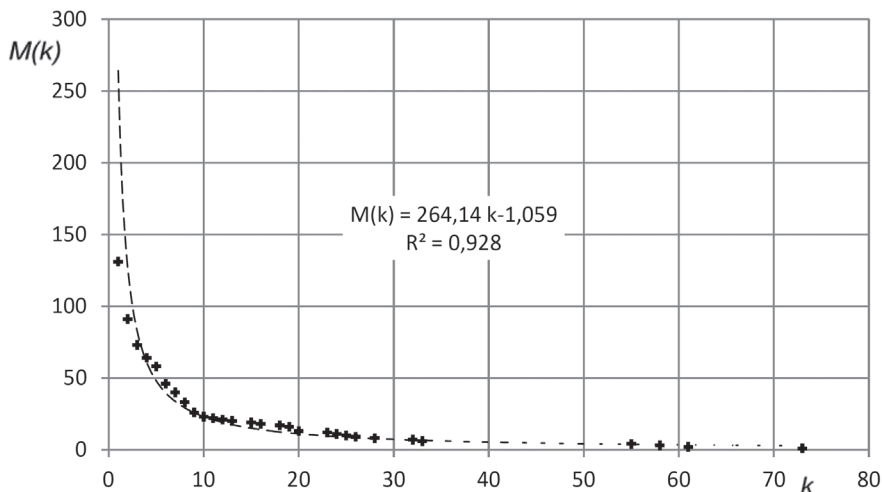
$$M(k) = N - \sum_{i=1}^{k-1} n(i)$$

kde N je celkový počet pojmov (v našom prípade $N = 131$) a $n(i)$ je počet uzlov s i prepojeniami. Z prvých dvoch stĺpcov vidíme, že až 40 uzlov má len jedno prepojenie ($n = 40$ pre $k = 1$). To znamená, že tieto pojmy boli v texte len jedenkrát spomenuté. Z posledných stĺpcov vidíme, že sa tu vyskytovali pojmy, ktoré majú výrazne viacej prepojení ($n = 1$ pre $k = 55, k = 58, k = 61, k = 73$).



Obr. 2. „Kumulatívny“ histogram rozdelenia početnosti uzlov v závislosti na ich ráde k

Ak získané hodnoty naniesieme do grafu dostaneme graf znázornený na obr. 3, z ktorého pomocou rovnice vieme odčítať, parameter k je umocnený približne na $-1,06$. Keďže ide o kumulatívny graf, tak pre náš hľadaný parameter platí, že $\alpha \doteq 2,06$ a hodnota spoľahlivosti $R^2 \doteq 0,928$.



Obr. 3 Závislosť „kumulatívnej“ početnosti uzlov od rádu uzlov (počtu ich prepojení)

V texte sa nachádzalo celkovo 131 rôznych fyzikálnych pojmov. Desiat'

najčastejšie sa vyskytujúcich pojmov aj s počtom prepojení vidíme v tab. 1. Vybraný text z učebnice patrí do oblasti Termodynamika a vidíme, že v tejto tabuľke sa vyskytujú pojmy charakteristické pre túto oblasť.

Tab. 1 Fyzikálne pojmy s najväčším počtom výskytov

poradie	pojmem	počet výskytov
1.	častica	73
2.	molekula	61
3.	plyn	58
4.	teplota	55
5.	rovnovážny stav	33
6.	sústava	33
7.	látka	32
8.	tlak	28
9.	sila	26
10.	kvapalina	25

Fyzikálnych pojmov, ktoré sa v texte vyskytujú len jedenkrát je presne 40 a sú to: amorfná látka, atmosférický tlak, časový interval, elektrická vodivosť, elektricky nabitá častica, elektrický odpor, hmotnosť, hybnosť, hydrostatický tlak, kvantová fyzika, látkové množstvo, medzinárodná teplotná stupnica, mechanický pohyb, merací rozsah, nerovnovážny dej, nerovnovážny stav, objemová rozťažnosť, Pascalov zákon, práca, predĺženie, prístroj, prúdenie, rozpinavosť plynu, sekunda, stupeň Celzia, štatistická fyzika, ťahová sila, teoretická fyzika, tepelný stroj, teplo, tuhnutie, účinnosť tepelného stroja, vákuum, var, väzbová energia, väzbová sila, voľný povrch kvapaliny, výslednica síl, zákon premeny, zákon zachovania energie.

Záver

V našej práci sme sa pozerali na výklad učiva v slovenskej učebnici fyziky ako na sieť, ktorá pozostáva z viet prepojenými pomocou fyzikálnych pojmov a prechodovými slovami alebo frázami, tzv. *transitional words* a *transitional phrases*. Predpokladáme, že ak má obsah učiva škálovo invariantné rozdelenie, tak tento výklad je pre žiakov ľahšie pochopiteľný. Vybraný text z témy Termodynamika pozostával zo 499 uzlov a 1492 prepojení. Zistili sme, že parameter $\alpha \doteq 2,06$. Tento parameter charakterizuje rozdelenie, pričom bolo ukázané, že samoorganizujúce siete majú tento parameter najčastejšie $\alpha \approx 2,5$ a teoretická dolná hranica je 1. Z toho vyplýva, že ak je náš predpoklad správny, tak vybraný text z učebnice má podobnú štruktúru ako samoorganizujúce siete. Ak fyzikálny text bude mať rovnakú štruktúru ako samoorganizujúce reálne siete, tak bude viac nahrávať vnútornej stratégii mozgu a učenie bude jednoduchšie.

Pri spracovaní údajov sme narazili na pár problémov, ktoré chceme v našej ďalšej práci odstrániť. Dosiahnuť to chceme tým, že doplníme, resp. upravíme naše pravidlá pre uzly a vety. Taktiež chceme väčšiu pozornosť venovať fyzikálnym vzťahom, označeniu fyzikálnych veličín a vlastným menám (napr. mená fyzikov). Rovnaký rozbor chceme spraviť aj u iných fyzikálnych textoch taktiež literárnych, či matematických a porovnať medzi sebou ich sieťové štruktúry.

Pod'akovanie

Tento príspevok je podporovaný projektom UGA VII/7/2016.

Referencie

- Albert, R., Barabási, A. L., Jeong, H. (2000). Error and attack tolerance of complex networks. *Nature* 406, 378-482.
- Barabási, A. L., Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *Science* 286, 509-512.
- Barabási, A. L. (2009). Scale-free networks: A decade and beyond. *Science* 325, 412-413
- Čerňanský, P., Červeň, I., Dillinger, J., Holá, O., Horylová, R., Chrapan, J., Krupa, D., Ožvoldová, M., Pavlicová, V., Reiffers, M., Šutta, A. (2007). *Fyzikálny slovník slovensko-anglický, anglicko-slovenský*. PROTONIT s.r.o.
- Čongrádyová, M. (2016) *Analýza sieťovej štruktúry základných fyzikálnych pojmov v učebnici fyziky*. UKF, Nitra.
- Hrdý, P. (2016) *Analýza sieťových štruktúr základných fyzikálnych pojmov v učebnici fyziky*. UKF, Nitra.
- Jeong, H., Tombor, B., Albert, R., Oltvai, Z. N., Barabási, A. L. (2000). The large-scale organization of metabolic network. *Nature* 407, 651-654.
- Svoboda, E., Baník, I., Baruška, K., Kotleba, J., Tomanová, E. (1985). *Fyzika pre 2. ročník gymnasia*. SPN, Bratislava.
- Teleki, A. (2015). A beiskolázás optimális feltételei [Optimal conditions for school readiness]. *J. Selye Univerzity in Komárno*, 110-120.

Králiková Petra, Teleki Aba, Čerňanský Peter

Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Nitra, Slovakia

petra.kralikova@ukf.sk, ateleki@ukf.sk, pcernansky@ukf.sk

Podpora motivácie študentov medicíny pre nadobudnutie vedomostí z lekárskej fyziky a biofyziky využiteľných v medicínskej praxi

Úvod

V príspevku rozvíjame hlavnú ideu pedagogického projektu „Motivačné faktory študentov medicíny na lepšie pochopenie základných prírodovedných poznatkov vo vzťahu k medicínskym diagnostickým a terapeutickým metódam“, ktorý bol finančne podporený Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu SR. (Král'ová, 2015)

Kľúčovým cieľom projektu je nájsť efektívne prístupy, stratégie a prostriedky vo výučbovom procese, ktoré by mohli ovplyvniť negatívne postoje študentov medicíny ku štúdiu prírodovedných predmetov v pozitívnom zmysle.

Tento výsledný pozitívny efekt by sa mal premietnuť do lepších študijných výsledkov nielen z prírodovedných, ale aj z ďalších predklinických a klinických predmetov, čo by pomohlo riešiť otázky obsahovej horizontálnej a vertikálnej nadväznosti tzv. teoretických, predklinických a klinických disciplín v rámci medicínskeho štúdia, a takým spôsobom riešiť vnútornú nadväznosť pomyselného 1. a 2. stupňa študijných programov všeobecné a zubné lekárstvo, v ktorých však 1. a 2. stupeň sú spojené.

Zároveň by sa v procese riešenia projektu rozšírili pedagogické, didaktické a psychologické kompetencie vysokoškolských učiteľov na lekárske fakultách. (Turek, 2016) Projekt je takto zameraný na riešenie otázky obsahovej nadväznosti teoretických, predklinických a klinických predmetov uvedených študijných programov a zároveň na podporu celoživotného vzdelávania vysokoškolských učiteľov.

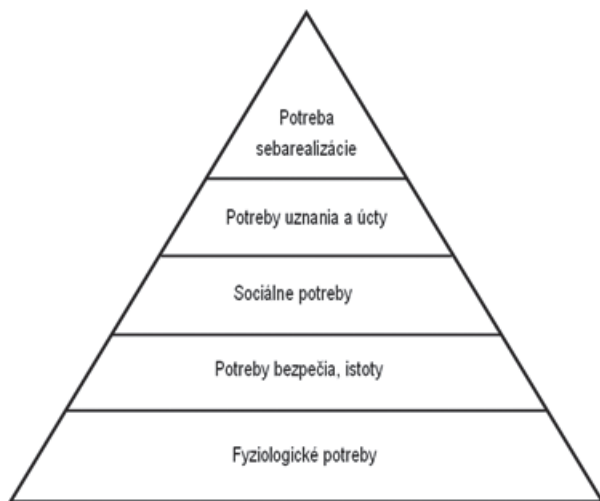
Čo by mal vysokoškolský učiteľ vedieť o motivácii?

Podľa Maslowovej teórie (1943) má človek 5 základných potrieb:

1. fyziologické potreby
2. potreby bezpečia, istoty
3. sociálne potreby
4. potreby uznania a úcty
5. potreba seberealizácie

Prvé štyri kategórie v Maslowovej hierarchii potrieb sú nedostatkové potreby a piata kategória sú potreby bytia alebo rastové potreby. Všeobecne platí, že nižšie položené potreby sú významnejšie a ich aspoň čiastočné uspokojenie je podmienkou pre vznik menej naliehavých a vývojovo vyšších potrieb. Za

najvyššiu považuje Maslow potrebu seberealizácie, teda ľudskú snahu naplniť svoje schopnosti a zámery. (Obr. 1)



Obr. 1. Pyramída motivácie (podľa Maslow, 1943)

Motivácia je súhrn vonkajších a vnútorných faktorov, ktoré aktivujú ľudské správanie, usmerňujú ho určitým smerom, udržiavajú ho v chode, riadia jeho priebeh a navodzujú hodnotenie vlastného jednania a jeho výsledkov.

Motivácia je aj jedným zo základných predpokladov v procese učenia. Motivácia je:

- komplex psychických síl
- fyziologická, psychologická
- jedinečná pre každého človeka
- situačne podmienená
- stále málo preskúmaná

Vonkajšia motivácia je postavená na tendencii získať odmenu, respektíve vyhnúť sa negatívnym dôsledkom. Nie sú to len známky či kredity, ale celá škála priebežného verbálneho hodnotenia, či komentovania činnosti, vrátane neverbálnych prejavov.

Úspešnosť učenia pramení najmä z **vnútornej motivácie**, ktorá je vedená napr. zvedavosťou, potrebou poznávať, riešiť nejaký problém, niečo vykonať a pod. Študent si sám uvedomuje hodnotu štúdia, skúmanie a objavovanie mu prináša uspokojenie, úžitok, naplnenie jeho vnútorných potrieb (poznávacía potreba, potreba činnosti, potreba kompetencie, potreba sociálnej interakcie).

Motív je vnútorná mentálna pohnútka, kedy je zapojený motivačno-emocionálny systém, potreba alebo vonkajšia pohnútka (incentíva). Motívy sú

vlastne dispozície, ktoré vzbudzujú, udržujú a zacieľujú správanie na dosiahnutie určitého cieľa. **Postoj** je stav pripravenosti reagovať určitým spôsobom na určité podnety a situácie. **Predsudky** sú osobitným druhom postojov, ktoré sú subjektívne, bez logického a vecného zdôvodnenia, nepodložené argumentmi, predpojaté.

Druhy ľudských motívov:

- sebazáchovné a stimulačné (vychádzajú z biologických potrieb)
- psychosociálne (sociálne, ktoré vychádzajú zo sociálnej povahy ľudskej existencie – potreba vzťahov a sociálneho začlenenia a individuálne psychické motívy – sebaepochopenie, sebaurčenie, zmysluplnosť bytia).

Vonkajšie motívy: odmeny (emocionálne, materiálne), tresty (emocionálne, materiálne, fyzické, formálne), príkazy (výzvy, rozkazy), prosby (prania, očakávania druhých), ponuky (reklama), vzory, fyzikálne podmienky vonkajšieho prostredia (hluk, vzduch, svetlo).

Vnútorne motívy: pudy, inštinkty, potreby, záujmy, vlohy, schopnosti, emócie, sebaregulačné vlastnosti (svedomie, vôľa, morálka...), zvyky, návyky, postoje, hodnoty, pocit povinnosti (tzv. morálna motivácia), ciele, plány, ideály, aktuálny psychický stav.

Desať zákonov motivácie (Fontana, 2003):

1. Kto chce motivovať, musí byť sám motivovaný.
2. Motivácia znamená: vytýčiť cieľ a ukázať, ako cieľ dosiahnuť.
3. Úspech motivuje.
4. Uznanie motivuje.
5. Motivácia je nikdy nekončiaci proces.
6. Vlastná účasť (činnosť) motivuje.
7. Každý pokrok musí byť zreteľne viditeľný
8. Výzva k akcii motivuje len vtedy, ak je možné víťaziť.
9. Stotožnenie sa so skupinou motivuje.
10. Kritizuje sa vec, chváli sa človek.

Najväčším nepriateľom učenia je **strach**. Je to učenie za súčasného prežívania zvýšenej psychickej tenzie, úzkosti, strachu z chyby, z kritiky a zo záporného hodnotenia výsledku učenia (anxiózný typ učenia). V miernej podobe síce môže strach výkon študenta momentálne zvýšiť, dlhodobo ale pôsobí negatívne, navyše miera toho, čo je mierny strach, je veľmi individuálna. Väčší strach znižuje výkon a pôsobí dlhodobo demotivačne. Nuda je protipólom záujmu a je podporovaná jednotvárnosťou vyučovacích hodín, neporozumením učivu, subjektívne vnímanou malou alebo žiadnou zmysluplnosťou učiva.

Vo výučbovom procese je podstatná dosiahnuteľnosť cieľov, ktoré by mali byť:

- primerane náročné (musíme vychádzať z kapacity študentov: čo vedieť, čo dokázať zvládnuť)

- zrozumiteľné (názornosť, spôsob komunikácie, usporiadanie učebného materiálu, priebežná kontrola porozumenia)
- na čo si trúfneme – v závislosti od svojej sebadôvery

Existuje viacero motivačných zdrojov, ktoré možno využiť v pedagogickom procese v záujme podnietenia motivácie k učeniu (vonkajšie a vnútorné).

Vonkajšie zdroje motivácie k učeniu (vonkajšie podnety, incentívy) sú:

- výkonová motivácia – úspech v škole = odmena (dobrá známka, pochvala, prestíž, ...),
- neúspech = negatívna „odmena“ (zlá známka, trest, pokarhanie, ...).

Motivácia študenta k učeniu odstraňuje jeho systematické zlyhávanie, pretože každý potrebuje zažiť úspech na udržanie svojej motivácie. Učiteľ by preto mal vyhľadávať príležitosti na poskytnutie zážitku úspechu najmä u slabších žiakov, i keď príčinou môže byť nižšia úroveň výkonu v porovnaní s lepšími žiakmi.

Vnútorné zdroje motivácie k učeniu (sú založené na vnútorných potrebách):

- poznávacie potreby (zvedavosť – spontánna snaha skúmať, objavovať; záujem, potreba učiť sa)
- potreba seberealizácie (potreba činnosti, prepojenie jej výsledkov na súčasné problémy a aspirácie a na budúcu perspektívu študenta)
- potreba uznania (potreba niečo získať, prežiť úspech, pochvalu, uznanie, dosiahnuť dobré výsledky a potreba niečomu sa vyhnúť, vyhnúť sa neúspechu)
- sociálne potreby (potreba sociálneho začlenenia – spolupatričnosti, potreba vyniknúť – súťaživosť, potreba spolupráce, potreba spätnej väzby, pozícia v skupine, potreba vzájomných kontaktov, vzťahov ...)

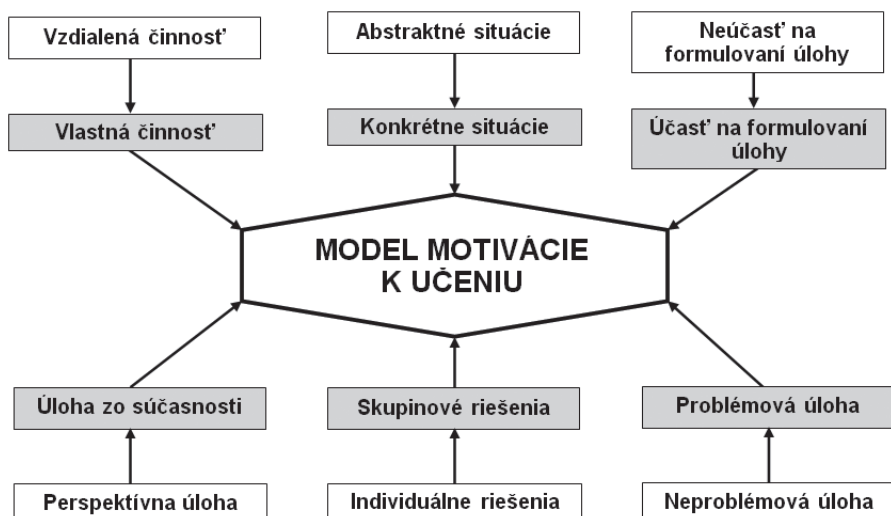
Kužel' učenia (Cone of Learning) niekedy nazývaný Kužel' skúsenosti, Daleov kužel' (Dale, 1969). Kužel' učenia zachytáva, aký je vzťah medzi metódou vyučovania/učenia a efektívnosťou vyučovania/učenia. Podľa tohto modelu je efektívnosť učenia najvyššia vo chvíli, kedy je spojená s reálnymi situáciami, s reálnymi zážitkami žiakov (dno kužela). Postupne smerom nahor sa vďaka použitej metóde učenia z človeka stáva len pozorovateľ reality. Na špičke kužela sú potom metódy, ktoré pracujú len so symbolmi, ktoré realitu predstavujú. (Obr. 2).

Kužel' učenia		
Po dvoch týždňoch máme tendenciu si pamätať		Druh zapojenia
10 % toho, čo čítame	Čítanie	Pasívne
20 % toho, čo počujeme	Počúvanie hovoreného slova	
30 % toho, čo vidíme	Sledovanie filmu	
50 % toho, čo počujeme a vidíme	Sledovanie ukážky	
	Pozorovanie vystaveného predmetu	
	Sledovanie demonštrácie (napr. pokusu)	
	Pozorovanie reálnej činnosti na mieste	
70 % toho, čo hovoríme	Zapojenie sa do diskusie	Aktívne
	Rozhovor	
90 % toho, čo hovoríme a robíme	Inscenácia dramatického výstupu	
	Napodobovanie reálnej skúsenosti	
	Skutočná reálna situácia	

Obr. 2 Kužel' učenia (Cone of Learning, modifikované podľa Dale, 1969)

Účinný postup na zvýšenie motivácie ku štúdiu, ktorý je v súlade s Daleovým kuželom učenia, prezentuje model motivácie učenia podľa Vašutovej (Obr. 3). Podľa tejto teórie je možné zvýšiť záujem o štúdium tým, že presunieme dôraz v alternatívnych dvojiciach výučbových aspektov nasledovne:

- z abstraktnej na konkrétnu učebnú situáciu
- z neproblémovej na problémovú učebnú úlohu
- z neúčasti na aktívnu účasť študenta na formulovaní učebnej úlohy
- z individuálneho na skupinové riešenie
- z učebnej úlohy vzťahujúcej sa k perspektívnej situácii, k činnosti vo vzdialenej budúcnosti na úlohu vzťahujúcu sa bezprostredne k súčasnosti
- z učebnej tematiky neriešiackej akútne a aktuálne problémy, vzťahujúcej sa k činnosti vo vzdialenej budúcnosti na učebnú tematiku vzťahujúcu sa k aktuálne riešeným problémom, k súčasnej činnosti



Obr. 3. Schéma alternatívnych dvojíc motivačných zdrojov (Vašutová, 2002)

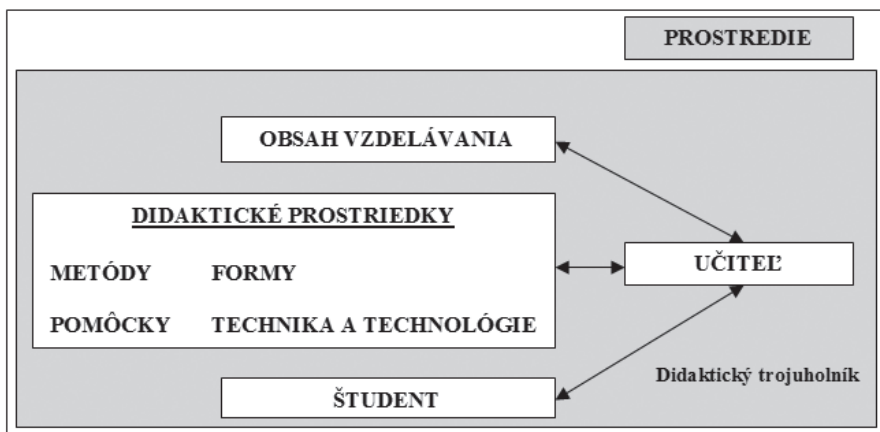
Na základe uvedených skutočností, môžeme zostaviť nasledujúcu tabuľku motivačných a demotivačných faktorov vo výučbe. (Tab. 1)

Tab. 1. Faktory motivácie vo výučbe

Motivačné faktory	Demotivačné faktory
Dobrá príprava	Zlá príprava
Dobré pracovné podklady	Nedokonalá vizualizácia, zlé pracovné podklady
Dobré mikroklimatické podmienky, vhodné usporiadanie miestnosti podľa vlastných predstáv	Zlé mikroklimatické podmienky a nevhodné usporiadanie miestnosti (napr. oslnenie, chlad, teplo, sedenie v radoch)
Striedanie metód, striedanie sociálnych foriem	Štandardný postup, referáty
Práca v skupinách	Iba individuálna práca
Nechať samostatne nachádzať a riešiť problémy	Predkladať hotové riešenie výsledkov
Možnosť robiť chyby	Strach z chýb
Zažívať úspech	Nesamostatnosť, pasívne chovanie
Možnosť prevziať zodpovednosť	Prenechávať zodpovednosť druhým
Navodenie pozitívneho napätia	Ľahostajný prístup
Dôvera v schopnosti jednotlivcov	Malá dôvera v skupinu

Stratégia vysokoškolskej výučby

Zovšeobecnením a zjednodušením takého zložitého javu, akým je výučba, možno vytvoriť model, v ktorom činitelia výučby vystupujú vo vzájomných polohách a vzťahoch, na základe ktorých sú definované ich roly a funkcie (Obr. 4).



Obr. 4 Model výučby, činiteľa výučby (didaktický trojuholník) (Slavík, 2012)

Vysokoškolská výučba je na úrovni jednej vysokej školy, resp. jej súčasťou (fakulta, ústav a pod.), tvorená mnohými premennými – veľkosťou a charakterom vzdelávacej inštitúcie, skupinou odborov a konkrétnym študijným programom, formou vzdelávania, ale taktiež zložením akademickej obce, akademickej pracovnice a študentov. Stratégia vzdelávania preto môže byť odlišná na rôznych vysokých školách, ale aj v rámci jednej vysokej školy a medzi rôznymi študijnými odbormi. Iné prístupy sú volené pre výučbu lekárskej disciplíny, informatiky alebo vo vzdelávaní pedagógov. Rozdiel v stratégiách má dopad i na preferované vzťahy medzi akademickej pracovnice a študentmi, teda na sociálnu klímu a étos inštitúcie. Voľba vhodnej (t.j. účinnej, efektívnej) stratégie výučby spočíva okrem iného aj v správnom výbere a usporiadaní obsahu, v správnej formulácii cieľov, v správnom výbere a použití didaktických prostriedkov, medzi ktoré zahŕňame najmä metódy, formy, didaktickú techniku a technológiu. (Slavík, M. 2012).

Ako motivovať študentov vysokej školy a podporiť tak ich študijnú aktivitu?

Ak chcú vysokoškolskí učiteľia dosiahnuť dobré vzdelávacie výsledky, mali by si klásť nasledovné otázky:

- ako motivovať študentov k učeniu

- ako zmeniť postoje študentov k učeniu typu „učíme sa len to, čo je nevyhnutné ku skúške“
- ako angažovať študentov v projektovaní výučby
- ako motivovať študentov, aby počúvali a sledovali výučbu (napr. prednášku)
- ako integrovať záujmy a predchádzajúce skúsenosti študentov do výučby
- ako získať študentov, aby sa zapojili do aktivít v priebehu výučby
- akými špecifickými metódami výučby môžu byť študenti motivovaní k naučeniu sa danej témy
- aký vhodný spôsob spätnej väzby použiť
- akými prostriedkami zmeniť, resp. zmierniť prípadnú napätú atmosféru vo výučbe a pod.

Tieto ciele sú dosiahnuteľné, len v podmienkach, keď učiteľ:

- je dôsledný (trvá na splnení každej zadanej úlohy)
- pochváli študenta za prácu navyše (ak nad rámec zadanej úlohy splní študent niečo navyše, mala by nasledovať pochvala alebo odmena)
- dáva dobrovoľné úlohy – podnety pre študentov (krátke referáty, videoukážky, prezentácie, rešerže článkov z periodík, odborných článkov, jednoduchých pomôcok – vždy kladne ohodnotíme)
- využíva hravé formy pri vyučovaní, opakovanie, precvičovanie učiva (práca v skupine, didaktické hry, atď.)
- pravidelne hodnotí študentov: oficiálne (známka, body), slovné hodnotenie, pomocné body
- dôsledne diferencuje študentov podľa ich možností, zadáva rôzne úlohy pre rôznych študentov, diferencuje v hodnotení (primeranosť nárokov)
- umožňuje študentom samostatne sa slovne prejaviť – prezentovať vlastné vedomosti
- diskutuje so študentmi – motivačný rozhovor, skúsenosti študentov
- hodnotí študentov, ak si chcú opraviť zľú známku (neúspech) a chcú dokázať, že už sa látku doučili, resp. chcú prejaviť vlastnú iniciatívu
- hodnotí nielen teoretické znalosti, ale i praktické zručnosti (práca v laboratóriu s laboratórnou technikou)
- využíva aktivizačné formy výučby, podporuje samostatnú prácu študentov, projektové vyučovanie, seminárne a semestrálne projekty...)

Aké sú charakteristické znaky kvalitnej vysokoškolskej výučby realizovanej dobrým učiteľom? (Black, Howard-Jones, 2000):

- Vie dobre zorganizovať (štruktúrovať) vyučovaciu jednotku, riadiť výučbu.
- Aktivizuje študentov, najmä formou skupinovej práce a modernými metódami výučby.
- Robí výučbu zaujímavou a zábavnou.
- Má rád predmet, ktorý vyučuje a dobre ho ovláda.

- Komunikuje so študentmi aj mimo výučby.
- Dáva študentom návody čo a ako študovať.
- Dokáže vzbudiť u študentov zodpovednosť za učenie.
- Je flexibilný.

Ako motivovať študentov študijných odborov, ktoré nemajú prírodovedné zameranie, k štúdiu prírodovedných predmetov?

Prírodné vedy majú významný vplyv na vedecký pokrok, a preto hrá v procese vysokoškolského štúdia významnú úlohu motivácia študentov k štúdiu prírodovedných predmetov (fyzika, biológia, chémia, atď).

Výskum postojov vysokoškolských študentov je aktuálnou problematikou, týkajúcou sa vyučovacieho procesu rôznych predmetov a ich ovplyvnenia rôznymi motivačnými prístupmi. Postoje k prírodovedným predmetom a ich skúmanie predstavujú dôležité výskumné oblasti, a to najmä kvôli vzájomnému vzťahu medzi postojmi študentov k predmetu a ich úspešnosťou v tomto predmete. Tento vzájomný vzťah bol potvrdený rôznymi výskumami, medzi ktoré patria práce autorov napr. Cheung (2009), Kan & Akbas (2006) a Salta & Tzougraki (2004), ktorí uvádzajú, že medzi postojmi študentov k prírodovedným predmetom a úspešnosťou je pozitívny vzťah.

Okrem samotného vzťahu medzi úspešnosťou a postojmi, existujú aj iné faktory, ktoré môžu ovplyvňovať postoje k danému predmetu. Pri hľadaní faktorov, ktoré môžu v pozitívnom smere ovplyvniť vnímanie prírodovedných predmetov, je možné premýšľať napríklad nad otázkami: Čo prinášajú prírodovedné predmety študentom? V čom ich môžu obohatiť? Sú dôležité pre ich budúci život? Majú pre nich význam? Ak áno, prečo nedokážeme zlepšiť vnímanie prírodovedných predmetov študentmi, resp. čo spôsobuje, že študenti nevnímajú prírodovedné predmety pozitívne?

Do úvahy je potrebné brať fakt, že ústredný problém vyučovania prírodovedných predmetov je zhodný so základným problémom vedy, a tým je pochopenie sveta, vrátane nás samých. Prírodovedné vzdelávanie tak prispieva k rozvoju gramotnosti v zmysle gramotnosť – vzdelanie – utváranie si obrazu o svete – chápanie významu sveta.

Tento svet sa však rýchlo a zásadne mení a vyvíja, a tým kladie vyššie a nové nároky na vzdelávanie. Možno práve kladenie vyšších nárokov na študentov má za následok zníženie záujmu o skupinu prírodovedných predmetov a uprednostňovanie iných. Dané predmety sú náročnejšie najmä z kvôli zvýšeným nárokom na zapamätanie.

Negatívne vnímanie prírodovedných predmetov nie je javom, ktorý sa vyskytuje v lokálnych podmienkach, ale je to celosvetový a dlhodobý problém,

ktorý vedie k tomu, že postoje študentov k prírodovedným predmetom sú objektom výskumníkov už niekoľko desaťročí (Osborne, Simon & Collins, 2003; Smithers & Robinson, 1988).

Množstvo výskumných pracovníkov sa snaží prísť na to, prečo je v spoločnosti relatívne vysoká miera ignorancie voči prírodovedným predmetom, aj keď ich dopad na kvalitu života spoločnosti je veľký (Durant & Bauer, 1997; Lepkowska, 1996; Miller, Pardo & Niwa, 1997). Veď mnoho prác deklaruje, že poznatky získané z prírodovedných predmetov majú pre život človeka zásadný význam. Aktuálne sú snahy o štúdium utvárania a merania postojov vysokoškolských študentov a učiteľov, ako aj možnosti ich zmeny (Záhorec & Hašková, 2009).

Pri pohľade na vyučovací proces je zrejmé, že ak má študent negatívne postoje k určitému predmetu, nemá o tento predmet záujem, klesá tým aj jeho úspešnosť v tomto predmete. Študent pravdepodobne nevníma význam, preto považuje za zbytočné učiť sa určitý predmet a neprosieva v ňom.

V poslednom období sa viac autorov zaoberalo výskumom príčin tohto javu na základných a stredných školách. Výsledky týchto výskumov potvrdili, že žiaci a študenti nemajú spočiatku vyhranené postoje k týmto predmetom, ale naopak tieto sa formujú v procese štúdia pre nás, učiteľov prírodovedných predmetov, nevhodným smerom. V odbornej literatúre sa považuje za možné tieto postoje ovplyvniť a modifikovať využitím motivačných prístupov, stratégií a prostriedkov vo výučbe.

Jednou z príčin, prečo dochádza k poklesu záujmu o prírodovedné predmety je v súčasnosti stále aplikovaný tzv. scientistický princíp, ktorý má svoje negatívne stránky. Tento prístup presadzuje vysokú mieru abstrakcie, zovšeobecňovania, matematizácie a atomizácie. Didaktické princípy, ktoré sa uplatňujú pri tomto prístupe sú najmä princíp dôležitej úlohy teoretických poznatkov a princíp náročnosti. Často to vedie k mechanickému učeniu faktov bez pochopenia súvislosti a väzieb. Tento prístup sa výrazne podpísal na neoblúbenosti prírodovedných predmetov a ich vnímanie ako zbytočných pre praktický život. K negatívne postoju študentov k prírodovedným predmetom prispieva i jednostranná orientácia na kognitívne ciele, odtrhnutie obsahu prírodovedných predmetov od praktického života a problémov spoločnosti, väčší dôraz na memorovanie ako na skutočné pochopenie látky, časový stres (preplnené vzdelávacie programy, zlá organizácia výučby,...), nedostatočná podpora motivácie študentov, málo príležitostí na samostatnú prácu, nedostatočný priestor pre individuálny prístup, málo experimentov a pod.

Dôsledkom tohto princípu je aj malý záujem o ďalšie štúdium prírodovedných predmetov v rámci vzdelávania na stredných a vysokých školách, ale aj na vysokých školách, ktoré nemajú prírodovedné zameranie. (Gerhatová, Ž., 2012).

V súčasnosti existuje množstvo názorov, akým spôsobom by sa mala uberať výučba prírodovedných predmetov. Primárnou snahou je dosiahnuť to, aby študent vedel využívať poznatky získané v prírodovedných predmetoch v jeho odbore a praktickom živote. To by malo pomáhať študentovi porozumieť základným prírodovedným pojmom a zákonom, čo mu pomôže lepšie a hlbšie poznávať reálny svet, ktorý ho obklopuje. Okrem toho sa kladie dôraz na rozvoj schopností logického myslenia a používania metód vedeckého skúmania prírodných fenoménov. Tento cieľ popri kognitívnej zložke zasahuje aj afektívnu a konatívnu zložku rozvoja osobnosti študenta.

Osobitosti medicínskeho štúdia

- historicky podmienené (Hippokratova prísaha)
- humánnosť poslania lekára, ktorá súvisí s nevyhnutnou interakciou s pacientom
- udržanie kvality života
- komplexný študijný plán pregraduálneho medicínskeho vzdelávania, ktorý je zakotvený v národnej legislatíve, zohľadňuje Strategické dokumenty EÚ, Etický kódex lekára a zdravotníckeho pracovníka, odporúčania WHO, WFME, AMEE...)
- fixný študijný plán denného štúdia všeobecného a zubného lekárstva
- špecifický interdisciplinárny charakter výučby
- nutnosť dodržiavania prekvízit (teoretické, predklinické a klinické predmety)
- štúdium všeobecného a zubného lekárstva iba v dennej forme
- vysoké časové nároky na zvládnutie štúdia (cca 5600 výučbových hodín/6 rokov)
- vysoké nároky na analytické a syntetické myslenie

Predmety prírodovedného zamerania – lekárska biológia, lekárska fyzika a biofyzika, lekárska chémia a biochémia, fyziológia sú neoddeliteľnou súčasťou kurikula na lekárskech fakultách. Medzi študentmi medicíny a v lekárskom prostredí však taktiež patria k menej obľúbeným. Negatívne postoje (predsudky) študentov medicíny voči prírodovedným predmetom sú hlboko a dlhodobo zakorenené. Na dosiahnutie kvalitných výsledkov vo vyučovacom procese je dôležité, aby vysokoškolský učiteľ hľadal a v plnej miere využíval účinné motivačné prístupy. To znamená, že je potrebné celoživotné vzdelávanie učiteľov prírodovedných disciplín aj v pedagogickej oblasti.

Výučbový model lekárskej fyziky a biofyziky a možnosti motivácie študentov medicíny na štúdium lekárskej fyziky a biofyziky

Pojem lekárska fyzika použil po prvýkrát v histórii zürišský lekár a fyzik profesor Adolf Eugène Fick v názve svojej učebnice Die Medizinische Physik (1856). Uviedol, že predkladá vtedajším študentom medicíny učebnicu „z odboru,

ktorý ako most spája brehy dvoch samostatných teritórií – fyziky a lekárstva nad tokom vôd rieky spoločného vedeckého poznania. Aby tento most bol funkčný, musí mať piliere na obidvoch brehoch.“

Skutočnosť, že prírodovedné predmety, vrátane fyziky a jej aplikácií, tvoria významnú podpornú súčasť predklinických a klinických predmetov pre neskoršie zvládnutie diagnostických a terapeutických postupov, bola akcentovaná objavom röntgenového žiarenia Wilhelmom Conradom Röntgenom (1896) a jeho následným využívaním v diagnostike a terapii.

Objav röntgenového žiarenia sa prejavil najskôr v rádiologických odboroch. Zreteľná je spojitosť s internými odbormi (biofyzikálne princípy fyzikálneho vyšetrenia a najnovšie diagnostické metódy), chirurgickými (princípy moderných technológií v operačných prístupoch, náhrada a podpora orgánov) a v mnohých menších odboroch – ORL (foniatria), oftalmológia (optometria), neurológia a psychiatria (elektrofyziológická diagnostika), dermatológia (fotosenzibilizátory, fototerapia, dermatologické aplikácie laserov a röntgenového žiarenia), v hygiene a epidemiológii (mechanizmy pôsobenia ionizujúceho a neionizujúceho žiarenia, nanočastíc a ďalších fyzikálnych vplyvov vonkajšieho prostredia).

Vedecký odbor lekárstva biofyzika zahŕňa časti biofyziky orientovanej na ľudské telo a fyzikálne princípy lekárskeho prístrojov z pohľadu ich konštrukcie, funkcie a potenciálnych rizikových interakcií s ľudským organizmom.

Zrejme je využitie poznatkov z lekárskej biofyziky v zubnom lekárstve a vo všetkých tzv. nelekárskych zdravotníckych odboroch, najmä rádiologická asistancia, fyzioterapia, záchranárstvo, optometria a pod.

Lekárska biofyzika má pre štúdium lekárskeho a biomedicínskeho odborov podstatný význam vo vzťahu ku všeobecnej biofyzike na molekulovej a bunkovej úrovni, rádiobiológii, patologickej fyziológii, biomechanike, bioelektrickým javom, biofyzikálnym aspektom zmyslového vnímania a fyzikálnym interakciám ľudského organizmu s vonkajším prostredím. Aplikácie biofyziky sa objavujú v oblasti nanotechnológií, robotiky a simulácií.

Ďalšou kľúčovou oblasťou lekárskej biofyziky je lekárska prístrojová technika (laboratórna, diagnostická, terapeutická) a jej biofyzikálne interakcie. Pre súčasného lekára sú vedomosti o fyzikálnych princípoch používaných metód nevyhnutné, a to z pohľadu ich prínosu pre pacienta ako aj s ohľadom na limity ich využitia a možné riziká.

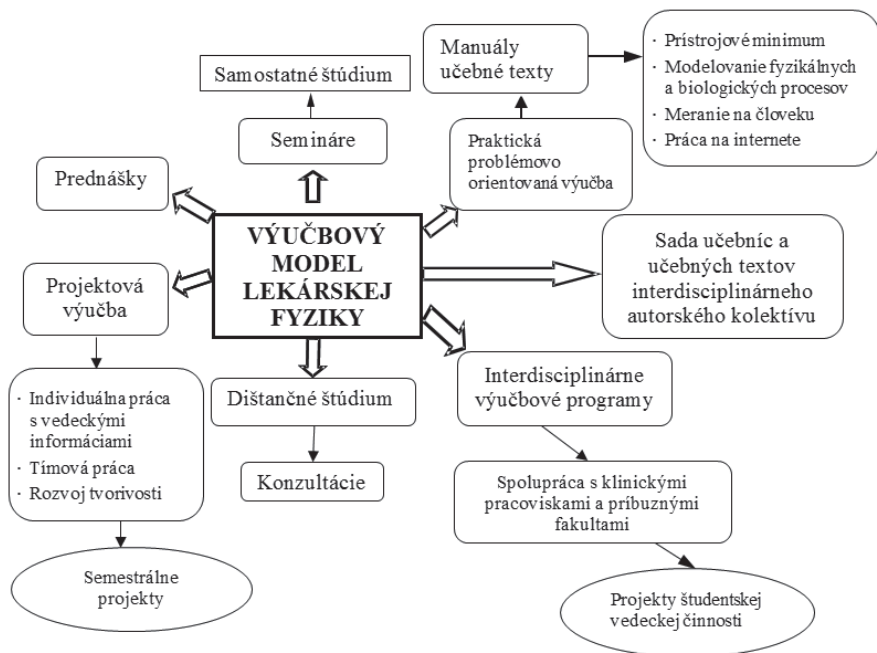
Popri oboch uvedených oblastiach lekárskej biofyziky je nevyhnutné využívať súvisiace nástroje informačných a komunikačných technológií (teória a prax spracovania biosignálov, vrátane spracovania biomedicínskych obrazov, informačné systémy a spracovanie informácií v zdravotníctve – prvky elektronického zdravotníctva) a medicínskej štatistiky (spracovanie výsledkov exaktných meraní, rozvíjať pochopenie a budovať schopnosť kritického

vyhodnotenia výsledkov prezentovaných v literatúre), ktoré okrem sylabu lekárskej biofyziky nie sú nikde inde v súčasných pregraduálnych lekárskech a zdravotníckych kurikulách zastúpené. V oblasti spracovania biosignálov študenti medicíny nemajú žiadne vedomosti a zručnosti zo strednej školy, ktoré by sa dali počas vysokoškolského štúdia rozvíjať. (Memorandum, 2015)

Bariéry brániace efektívnej výučbe fyziky a fyzikálne zameraných predmetov (lekárskej fyziky a biofyziky) na lekárske fakultách sú v širokom rozsahu diskutované doma i v zahraničí. (WFME, 2003; Black, 1998) Ich riešenie je v centre záujmu teórie vyučovania fyziky, ktorej predmetom je celý súvislý proces odovzdávania a sprostredkovania výsledkov a metód fyzikálneho poznania do vedomia jednotlivcov v určitej etape vývoja spoločnosti, ale i ďalších vied, napr. pedagogickej psychológie. (Svetlíková & Kráľová, 2011)

Každoročne sa problematikou medicínskeho štúdia, vrátane prírodovedných predmetov, zaoberá medzinárodná konferencia AMEE (Association for Medical Education in Europe), na ktorej sa členovia riešiteľského tímu opakovane aktívne zúčastnili a plánujú aktívnu účasť aj v budúcnosti.

Výučba lekárskej fyziky a biofyziky je manažovaná prostredníctvom učebných textov na báze minútovej bázy znalostí, teda v prehľadnej štruktúrovanej forme. (obr. 5)



Obr. 5 Model výučby lekárskej fyziky a biofyziky (Kukurová, E. et al., 2006)

Fyzikálna problematika je riešená kontextuálne prostredníctvom dvoch prístupov:

- styčné plochy lekárskej fyziky a biofyziky s funkčnou anatómiou a fyziológiou orgánových systémov,
- diagnostické a terapeutické metódy v zdravotnej starostlivosti a ich fyzikálne, resp. biofyzikálne princípy.

Učebnice a učebné texty ponúkajú študentom problematiku rozpracovanú vo forme schém a algoritmov, ktorá je využiteľná nielen pre dennú formu štúdia, ale aj dištančné a individuálne vzdelávanie, ale môžu účinne slúžiť pre samoštúdium, aj s využitím informačných a komunikačných technológií (IKT). Cieľom je nielen, aby ich oni sami využívali pre ich vlastné potreby, ale aby tiež boli schopní inštruovať pacientov v záujme podpory ich zdravia a prevencie chorôb.

Nadobudnuté poznatky môžu byť využité a rozšírené príspevkom ďalších medicínskych vied ako fyziológia, patologická fyziológia, vnútorné lekárstvo, neurológia, dermatovenerológia, oftalmológia, otorinolaryngológia, pneumophtizeológia a ďalších predmetov, ktoré využívajú metódy a prístroje založené na fyzikálnych princípoch.

Nácvik práce s modernými prístrojmi podporenými výpočtovou technikou, ktorá je v súčasnosti nevyhnutnou súčasťou základného technického vybavenia ktoréhokoľvek viac alebo menej špecializovaného pracoviska, je nevyhnutný.

Projektová výučba ako jeden z motivačných prístupov

Na našom pracovisku sa dlhodobo osvedčilo zadávanie tém semestrálnych projektov z lekárskej fyziky a biofyziky v rámci praktickej výučby. Študenti si na začiatku semestra vytipujú tému semestrálneho projektu a pracujú na ňom podľa časového harmonogramu určenom vyučujúcim, ktorého jednotlivé etapy (prípravu, realizáciu, finalizáciu) popisuje Kralova (2008, 2010). Vo finálnom štádiu ho prezentujú a odovzdajú v písomnej forme ako písomný doklad k akceptovaniu úspešného absolvovania praktickej výučby. K prezentovanému projektu nasleduje najčastejšie diskusia študentov alebo komentár vyučujúceho spojený s hodnotením projektu i prezentácie študenta.

Napriek našim predpokladom, študenti 1. ročníka vysokej školy nevedia semestrálny projekt vypracovať, často vypracujú text, ktorý je zbytočne dlhý, rozvláchny, málo informatívny, štruktúra neprehľadná, záver nejasný alebo úplne chýba. Jeho prezentácia často spočíva najčastejšie len v čítaní napísaného textu. Diskusia je bariérou projektovej výučby, pretože študenti nevedia, či nechcú, diskutovať o danej problematike. Niekedy študenti predkladajú kópie už existujúcich semestrálnych projektov, čo spôsobuje, že rovnaké témy a projekty sú opakovane predkladané bez vedomostného obohatenia študenta (najmä vďaka novým možnostiam, ktoré poskytujú IKT a internet).

Zásady ako zefektívniť a skvalitniť projektovú výučbu tak, aby projekty neboli samoučelné:

- Zdôrazniť význam kľúčových slov, anotácie, východísk a záverov.
- Učiť študentov vyjadrovať sa odborným jazykom, výstižne, stručne, prehľadne, zrozumiteľne pre dané auditórium.
- Ukázať študentom rôzne varianty projektov a možnosti prezentácie (PowerPoint, postery).
- Využiť simuláciu odborných seminárov na precvičovanie sa v prezentáciách a diskusiách.
- Hodnotiť projekty, analyzovať chyby, oceniť pozitívne stránky diela a dať študentom spätnú väzbu.

Význam semestrálneho projektu vo vysokoškolskej výučbe spočíva v tom, že študent sa učí:

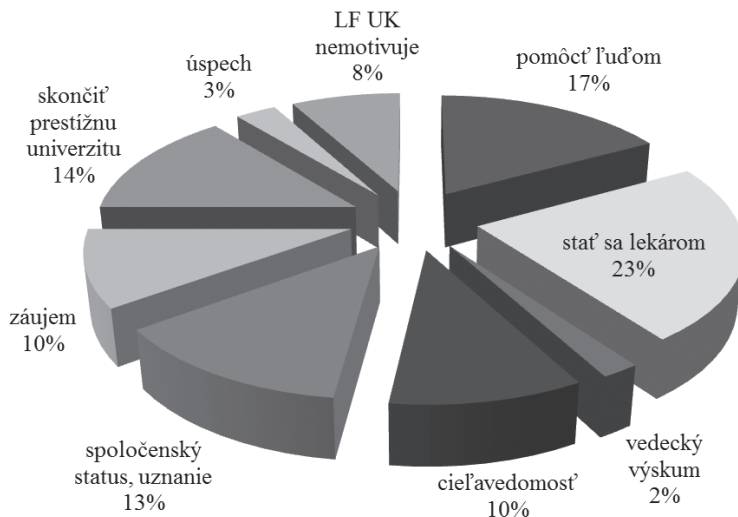
- Premýšľať o téme, o probléme, vyhľadávať, formulovať problémy a dávať odpovede.
- Pracovať s odbornou literatúrou a informáciami.
- Ovládať bibliografické normy.
- Vyjadrovať sa odborne v písomnej i ústnej forme.
- Štruktúrovať myslenie a rozvíjať myšlienkové operácie (analýza, syntéza, komparácia).
- Vystupovať pred odbornou verejnosťou.
- Vizualizovať hlavné myšlienky, používať príslušné technické prostriedky.
- Prijímať kritiku a kriticky a vyjadrovať k iným vystúpeniam.
- Hodnotenie druhých, sebahodnotenie a sebareflexia.
- Ide o významný nástroj aktívneho učenia v rovine kognitívnej i sociálnej, je ho potrebné efektívne využívať.

Výsledky anonymného prieskumu o motivácii na štúdium medicíny a vzťahu k fyzike a fyzikálne zameraným predmetom v rámci medicínskeho štúdia

Výsledkom našich pracovných kontaktov s vysokoškolskými učiteľmi prírodovedných predmetov, pedagógmi a psychológmi bolo podanie žiadosti o grantový projekt KEGA MŠVVaŠ SR 003UK-4/2016 „Motivačné faktory študentov medicíny na lepšie pochopenie základných prírodovedných poznatkov vo vzťahu k medicínskym diagnostickým a terapeutickým metódam“ s dobou riešenia v rokoch 2016-2018, ktorá bola schválená a projekt bol finančne podporený.

Výskumný tím pripravil a analyzuje anonymný dotazník pre študentov a učiteľov prírodovedných predmetov zameraný na zmapovanie ich názorov ako študovať a vyučovať prírodné vedy na lekárske fakultách. (Kralova, Kukurova 2008)

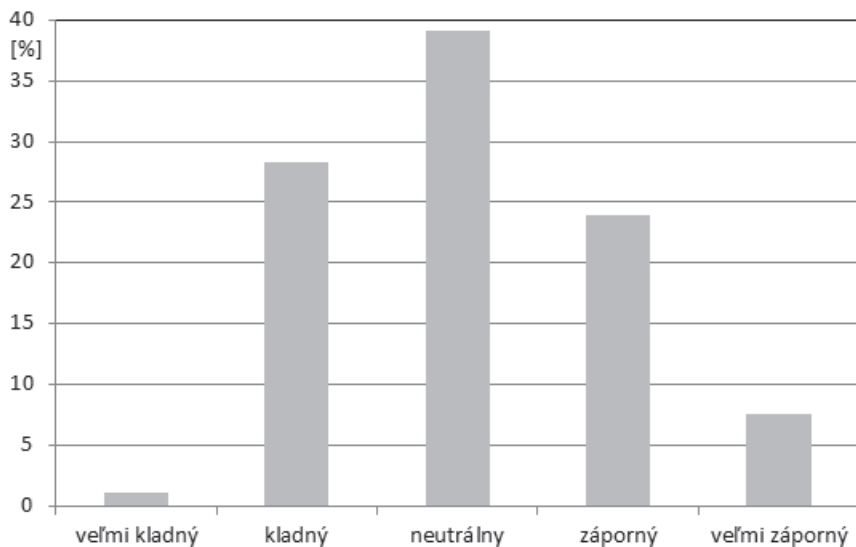
Na tomto mieste uvádzame odpovede respondentov – absolventov medicíny na otázku, čo ich motivovalo na štúdium medicíny na LF UK v Bratislave. (Obr. 6).



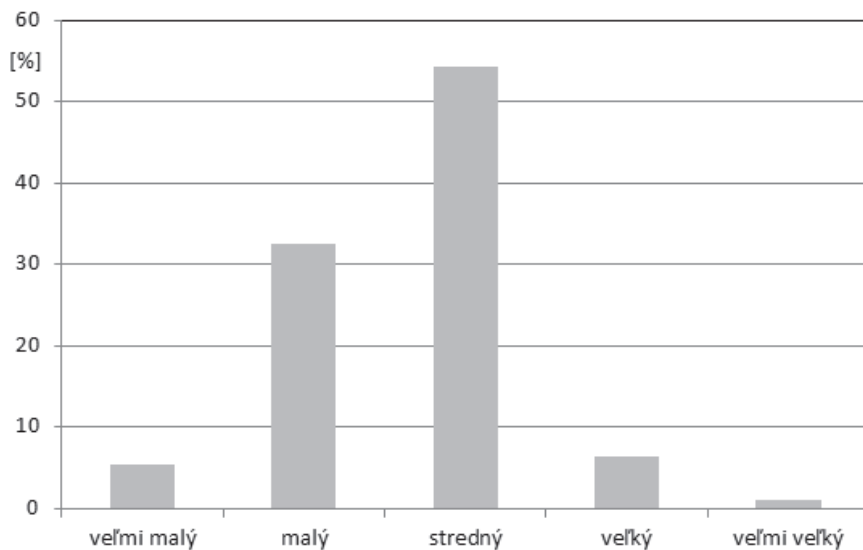
Obr. 6. Motivácia študentov na štúdium medicíny na LF UK v Bratislave (Bernadičová, H. et al. 2007)

V našom prieskume sme využili anonymný dotazník zameraný na zisťovanie postojov študentov 1. ročníka LFUK v Bratislave k fyzike a fyzikálne zameraným predmetom (92 respondentov).

Analýza výsledkov prieskumu ukázala: 32% respondentov malo negatívny až veľmi negatívny postoj k fyzike a taktiež k biofyzike na začiatku štúdia, počas výučby 48% respondentov pochopilo uplatnenie fyzikálnych zákonov v medicínskych aplikáciách. (Obr. 7). Respondenti očakávali, že získajú poznatky o fyzikálnych princípoch biologických procesov (57%), lekárskeho prístrojov (31%) a aplikáciách fyziky v medicíne (49,5%). Väčšina z nich však považovala prínos biofyziky pre ich budúcu kariéru lekára ako stredný a veľký (61%). Biofyziku považovali za užitočnú na osvojenie si vedomostí o fyzikálnych princípoch moderných diagnostických a terapeutických metód (90%); (Obr. 8).



Obr. 7. Aký bol Váš vzťah k fyzike pred príchodom na vysokú školu?



Obr. 8. Ako hodnotíte prínos lekárskej fyziky a biofyziky pre prípravu na Vaše budúce povolanie

Záver

Výučba lekárskej fyziky a biofyziky na lekárskej fakulte je významná kvôli potrebe pripraviť študentov na pochopenie fyzikálnych zákonov aplikovaných v podmienkach živého organizmu. Študenti nadobúdajú znalosti o základných princípoch metód a prístrojov využívaných v medicínskej praxi.

Náš projekt má ambíciu navrhnúť funkčný model spätnoväzobného algoritmu na zdokonalenie výučbového procesu prírodovedných disciplín, vrátane lekárskej fyziky a biofyziky, na lekárske fakultách, ktorý by mohol podporovať celkové zvýšenie úrovne výučby a medzinárodnú konkurencieschopnosť absolventov.

V procese vysokoškolského štúdia, ako sme už uviedli, hrá významnú úlohu motivácia študentov k štúdiu, a teda na dosiahnutie kvalitných výsledkov vo vyučovacom procese je potrebné využiť aj motivačné nástroje. Motiváciu študentov treba považovať za jeden z veľmi podstatných aspektov efektívnej výučby a štúdia na vysokej škole, vrátane lekárskeho štúdia.

Dosiahnutie tohto cieľa však vyžaduje ďalšie vzdelávanie vysokoškolských učiteľov prírodovedných predmetov v teórii vyučovania a vysokoškolskej pedagogike. Sme presvedčení, že vysokoškolský učiteľ, teda aj učiteľ na lekárskej fakulte, by okrem hlbokých vedomostí zo svojho odboru, v záujme dosiahnutia dobrých študijných výsledkov, mal mať aj prehľad v pedagogických a psychologických vedách a mal by ovládať celú škálu prístupov, stratégií a prostriedkov, ktorými by na študentov motivačne pôsobil. Mal by tiež poznať svojich študentov a vedieť odhadnúť, ktoré motívy majú silnú váhu u danej skupiny alebo jednotlivcov. Je to náročná požiadavka, no pri aplikácii vhodných výučbových metód, je tento problém riešiteľný.

Na realizáciu sformulovaného cieľa uvedeného projektu je potrebné vyvinúť spoločné úsilie učiteľov prírodovedných predmetov na lekárske fakultách v spolupráci s učiteľmi predklinických a klinických predmetov. Len v takomto type spolupráce by mohlo byť vyšpecifikované jadro vedomostí z prírodných vied potrebné pre ďalšie medicínske štúdium, ale taktiež pre medicínsku prax.

Požiadavka aktuálnych medicínskych poznatkov je významným výučbovým cieľom a medicínske štúdium je nepredstaviteľné bez aplikácií fyzikálnych a ďalších prírodných vied v medicíne a jej metódach.

Príspevok je súčasťou riešenia GP KEGA MŠVVaŠ SR 003UK – 4/2016.

Literatúra

- Bajčiová Jurečková, E. (2008). Vstupná charakteristika študentov prijatých na AOS z pohľadu učiteľov fyziky. *Science & Military* 2/2008, p. 44-47.
- Bernadičová, H. et al. (2007). Prieskum názorov absolventov Lekárskej fakulty

- UK v Bratislave. *Revue ošetrovatel'stva, sociálnej práce a laboratórných metodík*, XIII/2007, č. 1, s. 24-26.
- Black, J. (1998). *ICPE chair reports on Activities and Trends on Physics Education*. [online]. [cit. 2007-05-05]. Dostupné na internete: <<http://www.physics.umd.edu/icpe/newsletters/n39/reports.htm>>.
- Black, R. S. – Howard-Jones, A. (2000). Reflections on Best and Worst teachers: An Experiential Perspective of Teaching. *Journal of Research and Development in Education*. Roč. 34, 2000, č. 1, s. 1-13.
- Durant, J., Bauer, M. (1997). Public understanding of science: the 1996 survey. Paper presented at a seminar at the Royal Society, 8 December 1997.
- Fontana, D. (2003). *Psychologie ve školní praxi. Příručka pro učitele*. Praha : portál, 2003, 383 s. ISBN 8071786268.
- Gerhatová, Ž. (2012). Fyzika – (ne)oblíbený predmet. Physics – (un)popular subject. Trnava : *Zborník Pedagogickej fakulty Trnavskej univerzity. Série C – Matematika, Fyzika, Informatika, Ročník 16*, s. 20-28, 2012.
- Cheung, A. (2009). **Studies' attitudes toward chemistry lessons: The interaction effect between** grade level and gender. *Research in Science Education*, 39(1),75-91.
- Kan, A., Akbas, A. (2006). Affective factors that influence chemistry achievement (attitude and self efficacy) and the power of these factors to predict chemistry achievement. *Journal of Turkish Science Education*, 3(1), 76-85.
- Kralova, E. (2008). *Physical education in the professional preparation of future physician at the faculties of medicine*. Dissertation Thesis. Nitra: Constantine the Philosopher University in Nitra, 103 p.
- Kralova, E., Kukurova, E. (2008). Use the questionnaire to receive feedback information on the teaching. *Research in Didactics of the Sciences* (Eds. M. Nodzyńska, J. R. Pasko), Krakow : Uniwersytet pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej, 2008. p. 219-222.
- Kralova, E. (2010) Contentual analysis of semestral projects in medical biophysics. *Research in Didactics of the Sciences*. Krakow : Pedagogical university of Krakow, 2010. p. 211-213. ISBN 978-83-7271-636-1
- Kráľová, E. (2015). *Application of grant project KEGA MŠVVaŠ SR 003UK-4/2016*. Bratislava : LF UK, 2015, 31 p.
- Kukurova, E. et al. (2006). The role of medical physics in the scheme o diagnostic and therapeutic processes by keeping safety and hygienic regulations. *Bratisl Lek Listy*, 2006, 107(4): 126-129 p.
- Lepkowska, D. (1996). The non-appliance of science. *Evening Standard*, 3 September, pp. 33–34.
- Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50, 370-396.

- Osborne, J., Simon, S., Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Memorandum o obsahu a postavení lékařské biofyziky v systému lékařského studia.* Schválené na členské schůzi ŠLF ČLS JEP na XXXVIII. Dnech lékařské biofyziky, Staré Splavy, 20.-23.5.2015.
- Miller, J. D., Pardo, R., Niwa, F. (1997). Public perceptions of science and technology: a comparative study of the European Union, the United States, Japan, and Canada (Bilbao: BBV Foundation).
- Dale, E. (1969) *Audiovisual methods in teaching.* 3rd edition. New York: The Dryden Press; Holt, Rinehart and Winston, 719 p.
- Salta, K., Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education*, 88(4), 535-547.
- Slavík, M. et al. (2012). *Vysokoškolská pedagogika.* Pro odborné vzdělávání. Praha : Grada Publishing a.s., 256 s., 1. vydanie, 2012. ISBN 978-80-247-4054-6.
- Smithers, A., Robinson, P. (1988). *The Growth of Mixed Alevels.* Department of Education: University of Manchester.
- Svetlíková, L., Králová, E. (2011). Motivačné prístupy, stratégie a prostriedky vo výučbe fyziky. Ústav biofyziky LFUK v Plzni : *Abstrakty XXXIV. Dnů lékařské biofyziky*, s. 49, Plzeň, ČR.
- Turek, I. (2016). *Kvalita vysokoškolskej výučby. Majú mať učitelia vysokých škôl aj pedagogickú kvalifikáciu?* [online]. [cit. 2016-07-04]. Dostupné na internete: <web.tuke.sk/kip/download/vuc61.pdf>.
- Vašutová, J. (2002). *Strategie výuky ve vysokoškolském vzdělávání.* Praha : UK PedF, 282 s., 2002. ISBN 80-7290-100-1.
- World Federation for Medical Education. (2003). *WFME Global Standards – The Trilogy.* WFME Office : University of Copenhagen, Denmark, 2003.
- Záhorec, J., Hašková, A. (2009). Assessment of the current state of informatics and programming teaching from the student's point of view. *Journal of Technology and Information Education.* 1/2009, Volume 1, Issue 1, p. 83-87. ISSN 1803-537X.

Králová Eva

Ústav lekárskej fyziky, biofyziky, informatiky a telemedicíny, Lekárska fakulta
Univerzity Komenského v Bratislave, Slovenská republika

eva.kralova@fmed.uniba.sk

Introduction to the IBSE Methodology in the Irresistible Project – Teacher Training

I. Introduction

1. IBSE in Europe

In recent years, many different reports of the European Commission have indicated still declining young people's interest in science and mathematics. Because of that one of the numerous EC recommendations is: „Improvements in science education should be achieved by new forms of pedagogy: the introduction of inquiry-based approaches in schools, actions for teachers training in direction of Inquiry Based Science Education (IBSE), and the development of teachers' networks should be actively promoted and supported” (EC, 2007). Implementing IBSE at schools constitutes one of the EU's priorities. The question could be: Why IBSE? The use of IBSE allows to develop skills very important for contemporary knowledge society such as: critical thinking, searching for information, information critical analysis, team work. These skills play an important role in particular when everyone has practically unlimited access to information and knowledge resources, and a teacher and a handbook are no longer the only sources of knowledge.

As Finlayson et al. (2015) found an effectiveness of IBSE methodology via increasing motivation, interest and understanding is the main research activity of many scientists. It is obvious that various approaches to an inquiry-oriented teaching and learning culture are necessary. Thanks to this, everyone (every teacher) can find an appropriate way to foster an inquiry based teaching and learning culture in their community.

It is not surprising that many European projects such as ESTABLISH (www.establish.eu), SAILS (www.sails.eu), S-TEAM (www.s-teamproject.eu), PRI-SCI-NET (www.prisci.net) or Fibonacci (www.fibonacci-project.eu) were dedicated to IBSE methodology.

There are many different definitions of 'inquiry' and there are many different ways of understanding this term. Linn, Davis & Bell (2004) wrote: *“Inquiry is the intentional process of diagnosing problems, critiquing experiments, and distinguishing alternatives, planning investigations, researching conjectures, searching for information, constructing models, debating with peers, and forming coherent arguments.”*

The next question could be: are inquiry based methods recommended in Polish core curriculum? Yes, they are. The last science core curriculum (MEN, 2012) clearly emphasizes the necessity to form students' exploratory attitudes,

for example through the knowledge of research methodology (“Student plans, performs and documents observations of simple scientific experiments; formulates research problems, hypotheses and verifies them through observations and experiments; determines the conditions of the experiments, differentiates between the control and test sample, draws conclusions from the observations and experiments carried out”). In the core curriculum one can read also that “ In the natural science education, independent performing of experiments by students (supervised by teachers), conducting and recording observations (followed by their critical analysis) together with public announcements of the results are recommended” (MEN, 2012).

One of the indicators concerning the use of IBSE could be the 5E instructional model (engage, explore, explain, elaborate, evaluate) based on the constructivist approach to learning, where each of the 5 E’s describes a phase of a learning process (Bybee, 2009). Arthur Eisenkraft (2003) “proposed 7E model expands the engage element (from 5E model) into two components ‘Elicit’ and ‘Engage’. Similarly, 7E model expands the two stages elaborate and evaluate (from 5E model) into three components elaborate, evaluate and extend”. The Table 1 describes in detail what each phase of the instructional model should look like.

2. IBSE as an element of teachers’ in-service training

The key element in education is a well-educated teacher. Based on long-term experience of the Faculty of Chemistry of the Jagiellonian University in conducting in-service training authors can ascertain that fortunately there are a number of enthusiastic teachers who regularly educate themselves. This group of teachers participate in various European projects e.g. ESTABLISH, SAILS, Fibonacci, PROFILES, that were run in Poland and they develop competences at in-service training courses organized by universities and other institutions.

Some of research results showed a current position and a degree of implementation of IBSE in Polish schools as well as positive and negative factors affecting introduction of IBSE into school practice. For example, participation in week-long training carried out in the form of workshop, with a significant number of experimental hours, led to an improvement in understanding the concept of IBSE among the training participants. Thanks to the participation in some workshops teachers have a positive attitude towards IBSE. They feel that scientific inquiry may have a positive impact on teaching outcomes, and that it is interesting and attractive for students, despite the lack of skills associated with laboratory work (Bernard et al. 2013; Bernard et al. 2015).

Gulamhussein (2013) has suggested some principles of Teachers Continuous Professional Development. Among others he suggested that: the duration of CPD must be long and on – going, the support during implementation stage is needed, and that training should engage teachers to participate actively.

Table 1. Characteristics of phases in 7E model (Eisenkraft, 2003)

Phase	Summary
Elicit	Recognizing that students construct knowledge from existing knowledge, Teachers need to find out what existing knowledge their students possess.
Engage	The teacher or a curriculum task accesses the learners' prior knowledge and helps them become engaged in a new concept through the use of short activities that promote curiosity and elicit prior knowledge. The activity should make connections between past and present learning experiences, expose prior conceptions, and organize students' thinking toward the learning outcomes of current activities.
Explore	Exploration experiences provide students with a common base of activities within which current concepts (i.e., misconceptions), processes, and skills are identified and conceptual change is facilitated. Learners may complete lab activities that help them use prior knowledge to generate new ideas, explore questions and possibilities, and design and conduct a preliminary investigation.
Explain	The explanation phase focuses students' attention on a particular aspect of their engagement and exploration experiences and provides opportunities to demonstrate their conceptual understanding, process skills, or behaviors. This phase also provides opportunities for teachers to directly introduce a concept, process, or skill. Learners explain their understanding of the concept. An explanation from the teacher or the curriculum may guide them toward a deeper understanding, which is a critical part of this phase.
Elaborate	Teachers challenge and extend students' conceptual understanding and skills. Through new experiences, the students develop deeper and broader understanding, more information, and adequate skills. Students apply their understanding of the concept by conducting additional activities.
Evaluate	The evaluation phase encourages students to assess their understanding and abilities and provides opportunities for teachers to evaluate student progress toward achieving the educational objectives.
Extend	The addition of the extend phase to the elaborate phase is intended to explicitly remind teachers of the importance for students to practice the transfer of learning. Teachers need to make sure that knowledge is applied in a new context and is not limited to simple elaboration.

3. Project IRRESISTIBLE

Wishing to bring the concept of Responsible Research and Innovation closer to the society and seeking to promote IBSE, the European Commission has proposed a grant competition as part of the actions coordinating and supporting the FP7-SCIENCE-IN-SOCIETY-2013-1 Programme, Activity 5.2.2 Young people and science, Topic SiS.2013.2.2.1-1 Raising youth awareness to Responsible Research and Innovation through Inquiry Based Science Education (IRRESISTIBLE, 2016).

In the competition, the subsidy was granted among others to the project with the acronym IRRESISTIBLE (*Including Responsible Research an Innovation in Cutting Edge Science and Inquiry-based Science Education to Improve Teacher's Ability of Bridging Learning Environments*), coordinated by the University of Groningen (The Netherlands) with the Polish partner – the Jagiellonian University in Kraków (Faculty of Chemistry and the University Museum – Collegium Maius). The table 2 shows the list of the universities which take part in the project.

Table 2. Universities participating in IRRESISTIBLE project.

Country	University
Netherlands	University of Groningen
Israel	Weizmann Institute
Germany	IPN Kiel
Turkey	Bogazici University
Portugal	University of Lisboa
Italy	University of Palermo
	University of Bologna
Finland	University of Jyväskylä
	University of Helsinki
Greece	University of Crete
Poland	Jagiellonian University
Rumania	Vahalia University of Targoviste

The IRRESISTIBLE project suggests, just like other European projects, the use of the Inquiry-Based Education as the strategy for effective shaping of attitudes and developing students' competences.

“The goal of the project IRRESISTIBLE is to design activities that foster the involvement of students and the public (society) in the process of Responsible Research and Innovation (RRI) including in particular the preparation of students' interactive exhibitions to the most recent scientific achievements, challenges and dilemmas associated with the process of research and its implementation” (IRRESISTIBLE, 2016). Other aims are: to increase students' content knowledge about research by bringing cutting-edge research into the program, and to foster the discussion among students about RRI issues by the introduction of relevant topics, also to make children/students familiar with science in the framework of formal (school) and informal (science center, museum or festival) education, preparation of interactive exhibitions. One of the tasks of the project was to develop learning modules containing materials for teachers (lesson outlines) and students (worksheets, source texts).

Anna-Leena Kähkönen (2016) wrote *“Already during the planning stages of the project, we chose to implement the 5E model of inquiry by Bybee et al. (2006) as a big part of the structure in the developed learning environments. The choice would guide the production of learning environments by the Communities of Learners and ensure that the students learning with our materials would have an idea of how to conduct a scientific study.”* In the same article one can find: *“The first three E’s (Engage, Explore, Explain) are based on acquiring and meaning-making of content knowledge. The last two steps (Elaborate, Evaluate) offer support for discussions of RRI issues and the validity of scientific practices involved in the earlier steps”* ... but something was missing ... *“We decided to add an extra E, for Exchange. Exchange validates the students’ work to communicate and present the highlights of their work – and indeed this is a huge part in what scientists “actually” do!* “ In the Irresistible project partners used 7E model with empowerment as the last added item but this 7E model is not the same 7E model proposed by Arthur Eisenkraft.

3.1 Community of Learners – phase 1

In each of ten project countries a Community of Learners (CoL) was formed to develop a thematic module for schools. What does Community of Learners mean? Barbara Rogoff (1994) defined community of learners as a group of people, *„based on the premise that learning occurs as people participate in shared endeavors with others, with all playing active but often asymmetrical roles in sociocultural activity. This contrasts with models of learning that are based on one-sided notions of learning— either that it occurs through transmission of knowledge from experts or acquisition of knowledge by novices, with the learner or the others (respectively) in a passive role”*. Project IRRESISTIBLE Community of Learners (CoL) consisted of school teachers, education experts from universities, exhibition experts from museums / science centers and researchers from the thematic field.

Each CoL1 team member had a different role to play: scientists delivered substantive knowledge, presented the latest research results and dilemmas associated with them, took care of the compliance of the materials developed with the current state of knowledge in the field of chemistry; educators were responsible for the conformity of the proposed lesson outlines with the principles of inquiry-based learning, suggested methodological solutions based on scientific basis in the field of chemistry education and pedagogy; museum staff used their experience with non-formal education, and advised on modern methods to involve a wider audience in educational activities. The task of the teachers was both to share their own ideas on the ways of introducing the issues of responsible research and innovation to school practice, and to verify the proposals of other professional groups based on the knowledge of school realities, and, above all, to evaluate the materials developed in direct work with students in the first phase of the project.

The teachers who were CoL1 members worked together in the school year 2014/2015, increasing their qualifications in the field of RRI, IBSE and nanotechnology in order to share it – as tutors – with their colleagues (new teachers involved in the project) being the members of new CoL2 groups in the second phase of the project. In phase 2 (figure 1), the teachers from the first phase each trained five colleagues (CoL2).

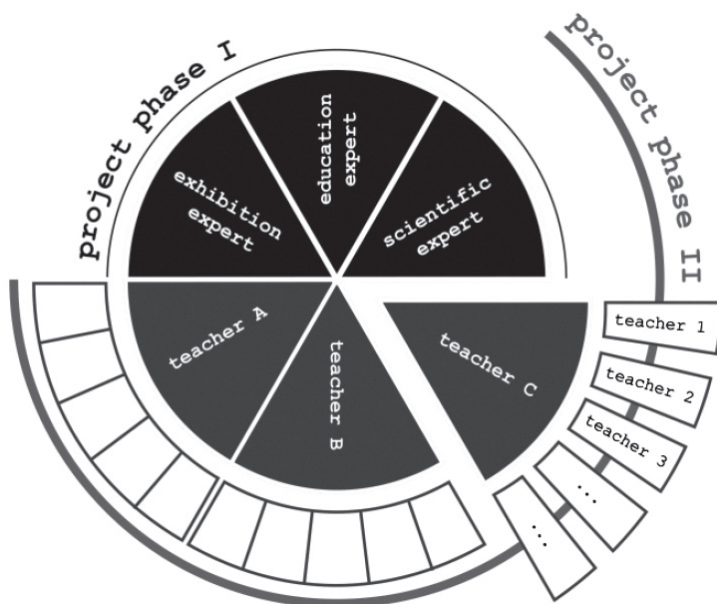


Figure 1. Composition of IRRESISTIBLE Community of Learners (IRRESISTIBLE home page)

4. IBSE in the training of the RRI project teachers

During phase 1, all members of CoL (defined as CoL1) worked together, performing the main task of this phase, i.e. the preparation of the thematic module. Since in the module prepared the lessons were planned in accordance with the scientific inquiry-based learning strategy that develops students' research skills using the 7E structure, one of the meetings of the CoL1 group was devoted to that topic (Maciejowska et al. 2015). The meeting took the form of a seminar and laboratory class, and it was carried out – like many other trainings – entirely according to the typical 5E scheme.

The “Engage” phase included an introduction to nanotechnology and use of catalysis in environmental protection, and it aimed at making the participants involved in the topic. That part of the meeting started with a nanoscale quiz – the

participants were given charts presenting the scale from 0.1 nm to 1 mm, and through group discussion they suggested objects representing the sizes marked on the scale, and then attempted to calculate the radius of a water molecule. At the end of that part of the class, the participants had to prepare in groups the mindmaps about the word “Nano”, and after their presentation a brief discussion was held on the stereotypes associated with nanotechnology, which appeared on such maps. Then the participants discussed the problem of harmfulness of soot that may appear in the form of nanoparticles, which not only “makes things dirty”, but also is a factor enhancing the climate change, and at the same time absorbs and delivers a number of other air pollutants e.g. to the lungs.

During the “Explore” phase, the CoL participants planned and performed experiments related to the process of absorption of pollutants. As usual in inquiry-based learning, at the beginning of that stage a general question was asked: “What would you like to explore?” In this case, being able to use many forms of coal of different particle size and specific surface areas: soot, activated carbon, charcoal, medicinal coal, graphite, or PRINTEX – a toner for printers (as do in reality the scientists at the Faculty of Chemistry of the Jagiellonian University), individual pairs of participants began with formulating various research questions, and in some cases even hypotheses.

At the “Explain” stage, based on the results presented, final conclusions were formulated, concerning the research questions asked, e.g. What is the relationship between the specific surface area of a given material and its adsorption properties?, Then an activity was carried out, the objective of which was to attempt to explain the variation of characteristics of different forms of carbon observed in the experiment. It means that the participants constructed the models of graphite, diamond, sodium chloride and cobalt crystals, and then analyzed the properties of the nanocrystals of different morphology in terms of the presence of active sites necessary for the adsorption process, and thus the catalytic activity of nanocrystals.

The “Extend” stage included two short lectures combined with a discussion referring to the previous parts of the class. These were a) a lecture by Prof. Andrzej Kotarba, entitled „How We Obtain and Observe Nanoparticles”, and b) a lecture by Dr. Paweł Stelmachowski, entitled “Nano Is Mega.” The latter presentation was dedicated both to the latest research conducted at the Faculty of Chemistry of the Jagiellonian University in the teams of Catalysis and Solid State Chemistry, as well as to the commercial applications of nanoparticles and nanotechnology.

5. CoL 2 training and activity

In order to prepare the CoL2 teachers for the project activities, in the school year 2015/2016, at the Faculty of Chemistry of the Jagiellonian University in September 2015 (10-12.09.2015), a few-day-long autumn school was organized –

a series of lectures, workshops, tours and laboratory classes.

5.1 Characteristics of the teachers:

Thirty one CoL2 teachers worked in various types of schools (43% of lower secondary schools, 38% of general and vocational upper secondary schools and 19% of both of levels – figure 2), taught various school subjects (Chemistry, Biology, Maths, Physics, IT, Science – figure 3), came from various places in Southern and Central Poland, and they demonstrated very different experience in IBSE (figure 4). 15% of teachers participated previously in the European projects (ESTABLISH and SAILS) dedicated to implementation of IBSE methodology, but on the other hand about $\frac{1}{4}$ of the teachers never had inquiry experienced.

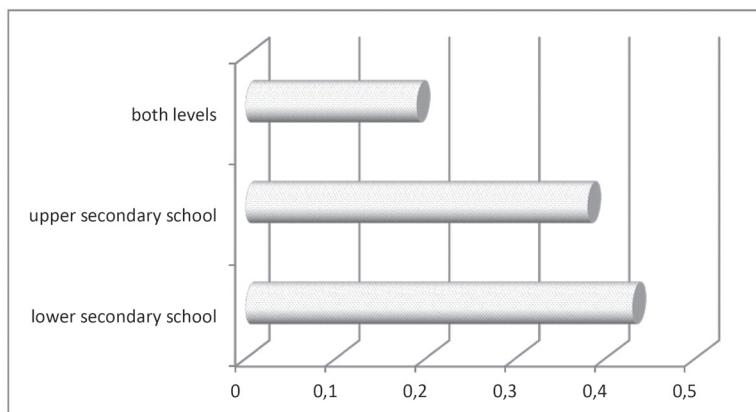


Figure 2. Distribution of school levels

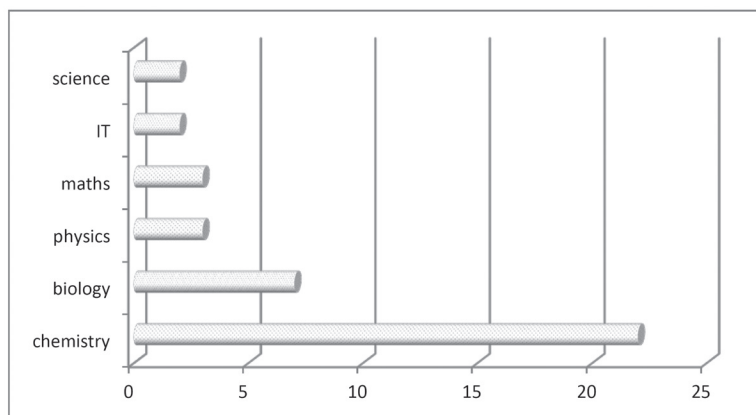


Figure 3. Distribution of school subjects

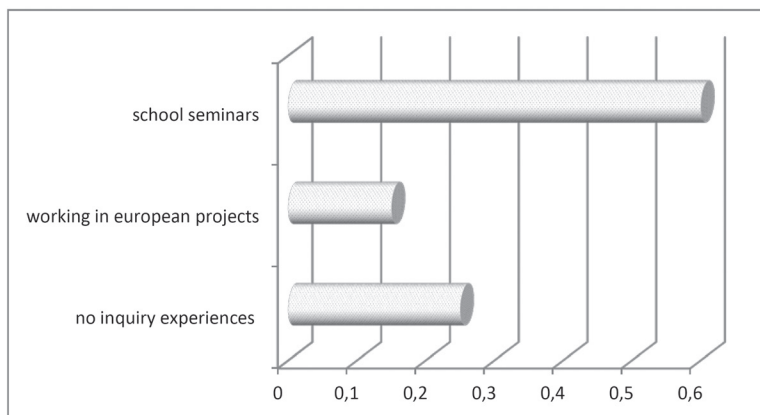


Figure 4. Distribution of teachers, inquiry experiences

5.2 Autumn school programme

Teachers limited experience in IBSE was the reason, among other things, why the autumn school curriculum included: an introductory lecture on IBSE which clarified basic terms, group exercises allowing to diagnose pre-knowledge and existing teachers' misconceptions in that field and an attempt to work out a common, more unified image of the strategy entitled "IBSE – do we all understand this in the same way?". Participation in the laboratory classes enabling teachers to experience the inquiry themselves, which was especially valuable for those teachers who had not had an opportunity to experience it before.

After the end of the autumn school (September 2016), the teachers started to collaborate in small CoL2 groups under the supervision of tutors and group supervisors (members the JU Department of Chemical Education) – they met every month and communicated using a closed group on Facebook.

5.3 IBSE in practice

In the further activities of the CoL2, one of the teachers' tasks was to prepare an outline/a scenario of a science lesson, implemented in the teachers' own schools based on the IBSE methodology. That practical activity took place as part of the continuation the process of teachers' preparation for conducting IBSE classes, which is a typical for adult learning closing of the Kolb's learning cycle: experience – reflection – theory – practice (Kolb, 1984).

The teachers received a template for the scenario which was aimed to help them to organize/order proposed activities (table 3). It was a compilation of a structure commonly used in Poland (title-objectives-methods & resources-activities) and 5E cycle (but instead of elaborate element, element extend was used).

Table 3. Template of lessons scenario

Scenario elements	Elements of 6E cycle	Comments/tips:
Lesson title:	engage	E.g. in the form of a question to make students interested
Lesson objectives:		developing key competences (e.g. developing group work, communication, formulating observations and conclusions, searching for and selecting information) mastering these skills which require long practice
Learning outcomes		what will students learn in this lesson? What they will be able to do after a lesson?– what knowledge will they gain, what skills will they develop? Actions verbs
Teaching methods and educational resources		I – expository or inquiry ones (recommended inquiry) II – verbal, illustrative and practical ones All materials, reagents, equipment necessary to conduct the lesson
Introductory part:	Engage (making students involved and interested)	Context that is close to students, e.g. Intriguing slogan (e.g. written down on the blackboard) that is e.g. an article title a video, shot article Leaflet, advertisement (commercial or newspaper ad) Everyday life objects A story, telling a story based on one's own life experience
Core part: – description of the activity of students and teacher	Explore Explain Extend	– posing a research question on the previously introduced context / formulating a problem; if 12n dispensable – formulating a hypothesis Discussion with students – what to do to find an answer to the question posed? Planning, doing experiment, description of the actions together with defining variables; – comparison and discussion on the results obtained by particular groups, formulating conclusions Introducing scientific knowledge that explains experiment results, new concepts, names generalization, practicing based on other examples
Recapitulation/ Summary	Evaluate	Evaluation of learning outcomes, e.g. in the form of a talk, logograph
Homework:	Extend	Expanding the knowledge acquired in class

II. Research – methods and tools

Jagiellonian University project team was interested how the teachers dealt with the implementation of 5E cycle model and IBSE methodology during their own school lessons (based on their scenarios, observations done by tutors and self-evaluation questionnaires). This can be a measure/indicator of effectiveness of in-service activities conducted as part of the project.. The survey was carried out among 27 lower secondary and upper secondary schools teachers and among 6 tutors who worked with the teachers in CoL2 groups.

Teachers were asked to complete a written questionnaire concerning prepared scenarios. The self-reflection questionnaire for the teachers consisted of two parts:

- part one – four open questions:

Please, complete the following statements

I thought that writing an outline of the lesson of my school subject matter regarding the elements of IBSE methodology (including the cycle 5E/6E) will be:...

I did not have a problem with:....

I have the biggest problem with:

If I had the chance to participate in the next training, I would willingly get to know / learn / find out / practice additionally:.....

- part two – the teachers had to describe which elements of the 5E (Engage, Explore, Explain, Extend, Evaluate) and elements of scientific inquiry-based learning (determining the research problem, formulating a research question, formulation a hypothesis, planning an experiment, verifying the hypothesis, conducting the experiment, finding an answer to the research questions, discussing the results) have been included in the lesson outline.

The first version of the scenarios was discussed at the meetings of small CoL2 groups in order to find out how the teachers coped with the task, what turned out to be easy and what was difficult, which elements required further clarification. Based on the observations made during the presentations and the discussion of the lesson scenarios presented by the teachers during that CoL2 meetings, the tutors were asked to fill in a survey. The questionnaire for the tutors consisted of 5 open questions:

Based on the meeting / meetings during which there were discussed scenarios / outlines of the lessons prepared by the teachers:

1. The teachers had no problem with:...
2. Some teachers can not:...

3. Some teachers do not understand:...
4. They have the biggest problem with :...
5. I had to explain again...

And I did this in this way: ...

Outlines /scenarios direct analysis:

Lesson scenarios were evaluated by chemistry teachers educators from the point of view of their accordance with IBSE methodology presented during autumn school. Some key points was defined and analysed. It was a kind of qualitative analysis.

III. Results and discussion

Twenty seven teachers' scenarios were dedicated to chemistry (86% with one scenario about thematic nano modul) and biology (14%) lessons. Chemistry topics concerned both the issues on the basic and extended upper secondary school level, as well as on the lower secondary school level. Some details are presented in the table 4.

Table 4. Characteristics of a set of lesson scenarios /outlines

School subject	School level	Chosen topics of lessons
86% chemistry 14% biology	68% lower secondary school 32% upper secondary school	Structure of the matter. What determines the rate of dissolution of solids in water? How do metals react with acids? The study of soil properties. Does soap wash everything? Study of the effect of external factors on the reaction equilibrium. The rate of a chemical reaction. Examination of the presence of pigments in leaves. Ventilation and gas exchange.

Results:

- Teachers', questionnaire and the direct analysis of the lessons outlines:

The analysis of the answers to the 1st question allows us to ascertain that the respondents thought that writing a lesson outline in their subject matter including the elements of the IBSE methodology (including the 5E / 6E cycle) would be easier, simpler and no-time consuming (figure 5). These are three most frequent indications with their relative frequencies counted and expressed in percentage.

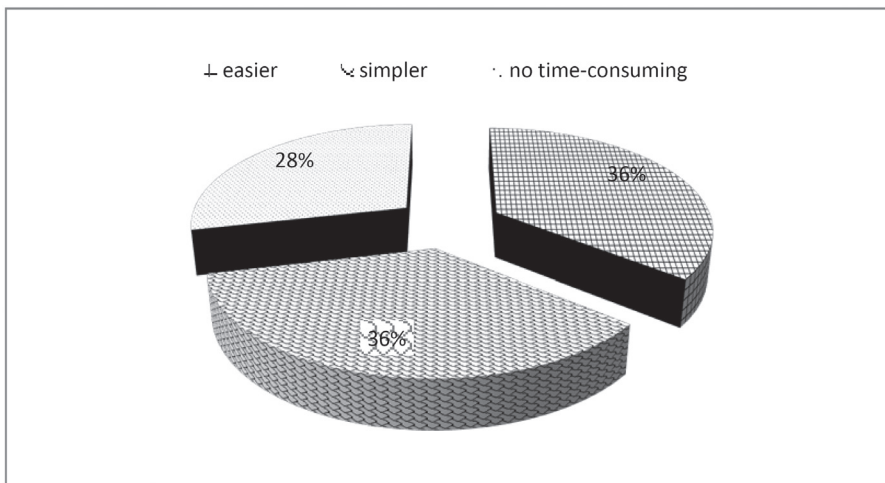


Figure 5. Three most common indications in question 1

Teachers indicated in response to the 2nd question that they had not problems with the choice of lesson topic, during which the elements of IBSE methodology could be applied, the identification of lesson objectives, planning experiments and the presentation of observations and conclusions (figure 6). These are four most frequent indications with their relative frequencies counted and expressed in percentage.

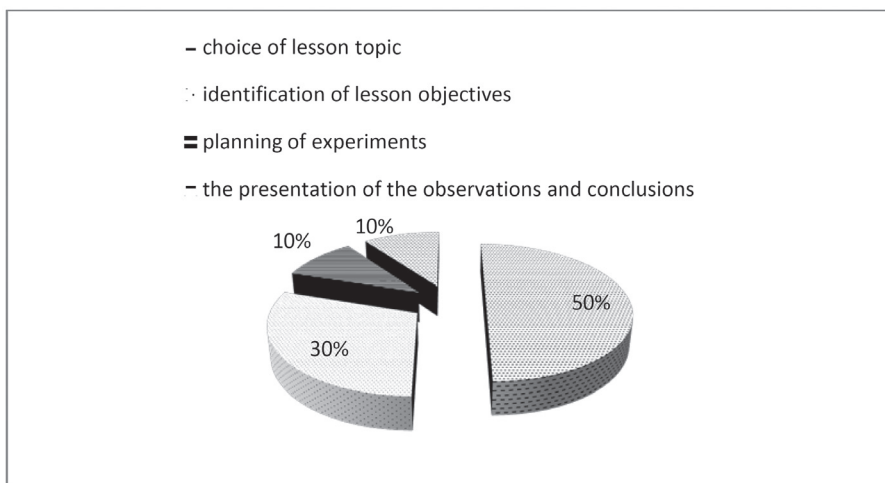


Figure 6. Four skills from question 2 best mastered by the teachers

Among various teachers' indications: students', engagement to topic lesson, formulation of research problems, hypotheses and assessment appeared most frequently as the main problems for them (figure 7).

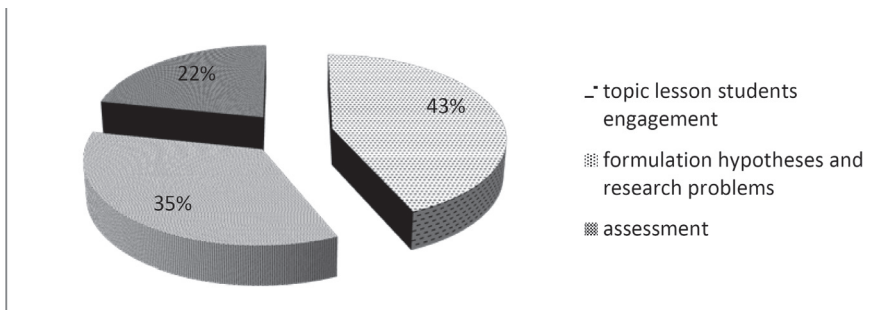


Figure 7. The three most common teachers, problems from question 3

Qualitative analysis of the question 4: show that teachers were willing to take part in the courses on topics with which they had the main problem mentioned above. Moreover, the teachers would be happy to discuss some questions: How much independence do we expect from the students? What does engagement mean? and problems: “Wasting” time for planning experiment by the students, stimulation of students’ creativity, determination of variables, introducing more detailed questions understandable for the students, inventing such an “engagement” to make it interesting and close to students.

The results obtained from part two of teachers’, self-evaluation questionnaire showed how many of the 5E/ 6E elements of the cycle and elements of constructivism cycle of learning were missing in teachers,’ scenarios. Two figures below (figure 8 and 9) presented the results of the above mentioned analysis. ‘7’ means element did not appear in no scenario, ‘0’ – element appeared in all scenarios; a number between 7 and 0 indicates how often element appeared in scenarios.

The analysis of the scenarios showed that “engage” appeared frequently but the quality was diversified among teachers’ suggestions of engagement.

According to the self-evaluation questionnaire, in the, scenarios prepared by the teachers, the evaluating part of lesson was missed the most often. It is consistent with the results mentioned above (figure 7). Self-evaluation of the problems in writing the outlines and their analysis indicate the difficulties with students assessment what is in accordance with the findings of SAILS project (Orwat et al. 2016; Dudek et al. 2016). The evaluation of the students working with IBSE methods requires a lot of work from the teacher, students’ commitment in the evaluation process, adjustment of the criteria to a given group of students and situations. As figure 9 shows, planning the experiment to verify hypotheses and results of discussion constitute two most omitted elements of the outline by

the teachers. One can ask related question: Did these elements appear as the most problematic?

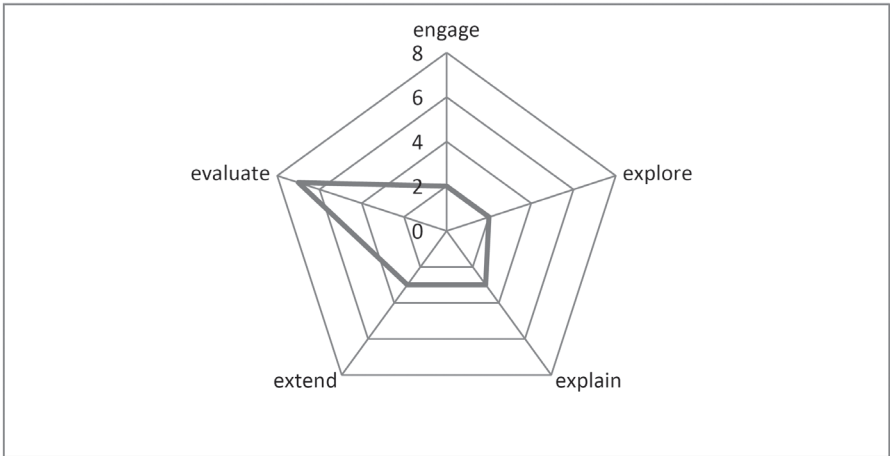


Figure 8. The number of gaps in 5E models in teachers' scenarios

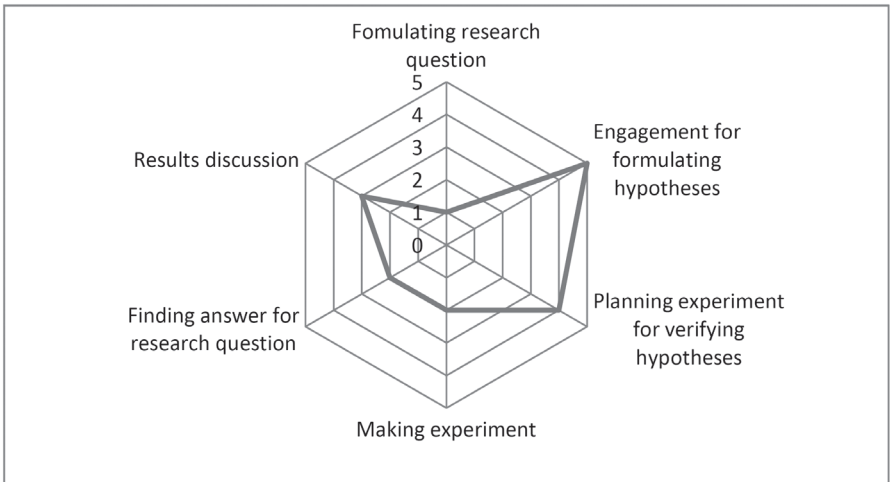


Figure 9. The number of gaps in a constructivism cycle of learning in teachers' scenarios (explore part of the learning process)

The results, however, are strongly influenced by the level of earlier teachers' inquiry experiences. The analysis of the outlines made by the teachers indicated, that the teachers who had earlier contact with IBSE methodology wrote the outlines better what is in accordance with recommendations proposed by Richardson (in: Maciejowska et al, 2015) that CPD should be long term with follow-up programme.

- Tutors' questionnaire and tutors, opinion after CoL 2 meeting:

Based on tutors questionnaires it can be stated that tutors think that strong points of teachers' scenarios' are as follows: the description of the experiment, designing students' worksheets, tasks for students, suggesting school curriculum topics where IBSE can be implemented. Tutors answers provided also information about weak point of some teachers', scenarios.. Some difficulties (problems) were related to incomplete understanding of 5E model. The tutors emphasized that teachers did not understand properly: what the research problem is, why students can make mistakes, why discussion about the results is needed. The tutors also highlighted teachers', problem with variables formulation. Some variables to the planned experiment appeared only in 16% of the scenarios although only 4% of teachers indicated this ability as difficult in the questionnaire. But variable formulation was one of the few topics recommended by the teachers to be repeated and re-explained.

In the tutors', opinion, the participation in CoL2 meeting succeeded in improving teachers' attitudes and understanding of IBSE.

III. Conclusions and implications

The fact that the teachers do not expressed problems with forming lesson objectives and the choice of subject matter can result from the fact that this is an obligatory element of their work during internship in the first two years at school. The descriptions of the experiments are easily accessible for the teachers in various teaching materials offered for example by publishing houses, in-service training providers etc..

In contrast, formulating dependent, independent and controlled variables, in the view of the majority of teachers, requires explanation and integration, though it was not listed as one of the three most frequently mentioned difficulties and problems encountered by the teachers during the preparation of lesson outlines (figure 7). It could be worth to mention here that the direct analysis of the scenarios showed the lack of variable indication in case of their majority.

The teachers are conscious of the need to pose research questions – what is shown in their self-assessment of the prepared lesson scenarios – however they sincerely admit that in reality they have a problem with this (figure 7). The results showed that these elements require further education and more exercises.

As the suggestions of the remedial action, the tutors applied the following items to discuss with the teachers:

- a) Students' engagement in a lesson as the first element of the lesson; how to prepare the introduction of auxiliary questions understandable for the students.

A mental exercise for the teachers can be suggested : let's think about

a class devoted to solubility. Do the same amount of teaspoons of salt and sugar dissolve in a glass of water? What do you think? and the next: is it interesting for you? is it important? Is this question proper to engage students? Does it relate to students' everyday life? Could you suggest any context? Such as cooking soup, preparing compote etc.?

- b) The experiment should appear before the introduction of the theory explaining its results („the experiment first, theory next”).

Authors propose to ask teachers: Do you prefer to explore unknown land or just apply the already known solution? Young people prefer independent discovery, experiencing new things, pushing the limits (of knowledge).

- c) In IBSE these are students that ask questions.

Proposed explanation for teachers: in order to encourage students, it is worth to use colloquial language first. During discussion the teacher can ask: what would you like to explore? instead of 'please, formulate the research question'; what idea would you like to check, which way? What would you like to do? instead of: please, plan an experiment.

- d) Students', groups may achieve different results and it is a good starting point for discussion.

Question which can inspire teachers' reflections: What do you do if the groups of your students achieve various results of the same experiment? Explain, why you act like this.

- e) The necessary end of the lesson is a recapitulation, summary, evaluation of learning outcomes.
- f) the necessary end of the lesson is a recapitulation, summary, evaluation of learning outcomes to be sure that new misconceptions hasn't been developed.

Some additional mental exercises could be applied there e.g. a) a tutor gives teachers a short text – new for them and internally diversified (introduction, background, data, results, opinions etc.) and ask to find a key points. Later on teachers are encouraged to compare their key points with others and to see the differences. b) the some but the text is full of new, complicated terms. Teachers are asked to describe those terms in their own words in front of the group which hasn't seen the text and received feedback from them (puns).

Points a, b, c, d differ from how the teachers learnt during their pre-service teachers' training in Poland years ago and how they had taught so far (often very successfully – their students won chemical competitions and contests). It is also well documented that people tend to teach in the same way that they were taught (Cakiroglu, 2006).

Above presented results lead to the conclusion that there is a need to for reflection that “variety is the value”. There isn't one method/strategy which fit to everybody, every topic and every purpose. It is necessary to convince teacher

show inquiry methods (students' experiment) differ from passive methods (theory illustrative experiment) and to discover/recall the specific goals of IBSE (not to be used to transmit large portions of well – structured knowledge).

Poland is not the only European country in which, on the one hand, the so-called scientific method of teaching and learning similar to “the West” IBSE is present in theory of education since the mid-twentieth century, and on the other hand – very few teachers understand and apply it on an everyday basis. Therefore, it seems that the conclusions drawn on the basis of the analysis of the above mentioned 27 teachers may be also applied in other countries with similar history and educational tradition.

Literature

- Bernard, P., Maciejowska, I., Odrowąż, E., Dudek, K. & Geoghegan, R. (2013). Introduction of inquiry based science education into Polish science curriculum – general findings of teachers, attitude. *Chemistry – Didactics – Ecology – Metrology*, 17(1-2), 49-59.
- Bernard, P., Maciejowska, I., Krzeczowska, M. & Odrowąż, E. (2015). Influence of In – Service Teacher Training on Their Opinions about IBSE. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 177, 88-99.
- Bybee, R. (2009). A commissioned paper prepared for a workshop on exploring the intersection of science education and the development of 21st century skills. The BSCS 5E instructional model and 21st century skills. (R.W. Bybee, Ed.) USA: National Science Teachers Association. Retrieved from: http://itsisu.concord.org/share/Bybee_21st_Century_Paper.pdf
- Cakiroglu, J. (2006). The effect of learning cycle approach on students' achievement in science. *Eurasian Journal of Educational Research*, 22, 61 – 73.
- Dudek, K., Bernard, P. & Migdał-Mikuli, A. (2016). Wpływ szkolenia z metodologii IBSE na umiejętności rozumowania naukowego u nauczycieli przedmiotów przyrodniczych. In P. Bernard & I. Maciejowska (Eds.), *Aktualne problemy dydaktyki przedmiotów przyrodniczych* (pp. 171 – 180). Kraków, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model. *The Science Teacher*, 70 (6), 56–59.
- European Commission. (2007). *Science Education Now: A New Pedagogy for the Future of Europe*. Retrieved from <http://www.eesc.europa.eu/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>
- Finlayson, O. E., Maciejowska, I. & Čtrnáctová, H. (2015). Inquiry Based Chemistry Instruction. In: I. Maciejowska & B. Byers (Eds.), *A Guidebook of Good Practice for Pre – Service Training of Chemistry Teachers* (107-124).

- Krakow, Poland: Faculty of Chemistry Jagiellonian University.
- Gulamhussein, A. (2013). Teaching the teachers: effective professional development in an era of high stakes accountability. Retrieved from Center for Public Education: <http://www.centerforpubliceducation.org/Main-Menu/Staffingstudents/Teachingthe-Teachers – Effective-Professional-Development-in-an-Era-of-High-StakesAccountability/Teaching-the-Teachers-Full-Report.pdf>
- IRRESISTIBLE (2016). Online: <http://www.irresistible-project.eu>
- Kähkönen, A.L. (2016). Models of inquiry and the irresistible 6E model. Message posted to: <http://www.irresistible-project.eu/index.php/en/blog/168-models-of-inquiry-and-the – irresistible-6e-model>
- Kolb, D. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Linn, M. C., Davis, E. A., & Bell, P. (2004). *Internet environments for science education*, Routledge.
- Maciejowska, I., Krzeczowska, M., Apotheker, J., Blonder, R. & Rosenfeld, S. (2015). Zespół Osób Uczących się jako propozycja rozwoju kompetencji nauczycieli – na podstawie doświadczeń projektu 7PR IRRESISTIBLE. In R. M. Janiuk (Ed.), *Z chemią ku przyszłości* (pp. 161-173). Lublin: UMCS.
- Maciejowska, I. Ctrnactova, H. & Bernard, P. (2015) Continuing Professional Development. In I.Maciejowska & B. Byers (Eds.), *A Guidebook of Good Practice for the Pre-service Training of Chemistry Teachers* (pp.247-264). Kraków, Faculty of Chemistry, Jagiellonian University in Krakow.
- MEN (2012). Podstawa programowa z komentarzami, Tom 5. „Edukacja przyrodnicza”. Retrieved from: https://archiwum.men.gov.pl/images/stories/pdf/Reforma/men_tom_5.pdf
- Orwat, K., Bernard, P. & Dudek, K. (2016). Starego drzewa nie zegniesz, czyli jak szkolić nauczycieli z zakresu stosowania metod samodzielnego dociekania wiedzy przez uczniów (IBSE). In P.Bernard & I. Maciejowska (Eds.), *Aktualne problemy dydaktyki przedmiotów przyrodniczych* (pp. 165 – 169). Kraków, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie.
- Rogoff, B. (1994). Developing Understanding of the Idea of Communities of Learners. *Mind, Culture, and Activity*, 1(4), 209-229.

Iwona Maciejowska and Małgorzata Krzeczowska
Zakład Dydaktyki Chemii UJ, Wydział Chemii UJ, Kraków
malgorzata.krzeczowska@uj.edu.pl

Funkčné technologické modely historických výrobných zariadení a ich didaktické využitie. Výroba cukru z cukrovej repy. Súčasný stav vyučovania chémie a jeho smerovanie

Vzdelávacia oblasť *Človek a príroda*, ktorej súčasťou je predmet Chémia, sa prioritne zameriava na rozvíjanie prírodovednej gramotnosti, ktorá je súčasťou základného vzdelania. Hlavným cieľom vzdelávania v oblasti prírodných vied je hlbšie pochopenie prírodných procesov, k čomu sa dospeje prostredníctvom cielených žiackych činností, v ktorých dominujú bádateľské aktivity. Výsledkom je tvorba nových pojmov a rozvíjanie spôsobilostí vedeckej práce. [Held, L. (2011)]

Dôležité je hľadanie zákonitých súvislostí medzi pozorovanými vlastnosťami prírodných objektov a javov, ktoré nás obklopujú v každodennom živote a porozumenie ich podstate, čo si vyžaduje interdisciplinárny prístup, a preto aj úzku spoluprácu s predmetmi ako napríklad fyzika, chémia, biológia, geografia a matematika. Okrem rozvíjania pozitívneho vzťahu k prírodným vedám sú prírodovedné poznatky interpretované aj ako neoddeliteľná a nezastupiteľná súčasť kultúry ľudstva.

Obsah učebného predmetu *Chémia* pre úplné stredné všeobecné vzdelávanie tvoria aj poznatky o vlastnostiach a použití látok, s ktorými sa žiaci stretávajú v bežnom živote. Sú to najmä oblasti ako chémia potravín a nápojov, kozmetika, liečivá, čistiacie prostriedky a pod. V obsahu učiva sú zastúpené aj poznatky, ktoré umožňujú žiakom chápať význam chemickej vedy a chemického priemyslu pre spoločnosť a prírodu.

Východisko pre rozvoj žiackeho pochopenia vlastností anorganických a organických látok a ich premien tvoria všeobecne platné teoretické poznatky o vzťahoch medzi štruktúrou a vlastnosťami látok a poznatky o zákonitostiach chemických reakcií. Žiaci sa učia aplikovať metódy vedeckého poznávania, z ktorých najdôležitejší je experiment. Upevňujú si dôležité spôsobilosti, predovšetkým spôsobilosť objektívne a spoľahlivo pozorovať a opísať pozorované. Merajú, zaznamenávajú, triedia, analyzujú a interpretujú získané údaje, vytvárajú, overujú predpoklady a tvoria závery v procese experimentálnej činnosti vo forme úloh rôznej kognitívnej náročnosti. [Held, L. (2011)]

Vyučovanie chémie v očiach študentov je však nepopulárne a irelevantné. Získané znalosti žiakov sa uplatňujú nanajvýš len v školských špecifických úlohách a nie v úlohách praktických, ktoré sú dennou súčasťou každodenného života. Úhľadne zabalené a označené reagenty a vitrína s vylešteným laboratórnym sklom prispievajú k tomu, že chémia je žiakmi vnímaná ako záhadný predmet, odrhnutý od bežnej každodennej reality [Glina, K. (2012)]. Žiaci nedokážu získané poznatky aplikovať, prípadne spojiť s každodennou realitou (praxou, vecami a javmi, ktoré nás obklopujú v bežnom živote). Jednou

z príčin môže byť nedostatočné prepojenie mikro – a makrosvetu. Žiakom treba pritom ukázať, že spomedzi všetkých prírodných vied len chémia ukazuje spojitosť medzi makrosvetom, v ktorom žijeme a ktorý vnímame našimi zmyslami, a mikrosvetom – svetom chemických individuí zložených z atómov, iónov, molekúl. [Nodzyńska, M. (2012)]. Zaujímavý je aj fakt, že hoci sa všade píše o prepojení teoretickej chémie s bežným životom, s praktickou skúsenosťou, realita je celkom iná. Napriek tomu, že sa o tejto problematike začalo hovoriť vo veľkom, postupne sa z učebníc chémie vytrácalo všetko, čo v skutočnosti spája teóriu s ozajstnou praxou.

Základom každej prírodnej vedy by mali byť empirické poznávacie metódy, a to nielen vo vlastnom vedeckom bádani, ale aj vo vyučovaní prírodovedných disciplín. Kým vo vedeckom výskume je ich využívanie úplnou samozrejmosťou, z vyučovacieho procesu sa vyučovanie sprostredkované empiricky stále viac vytráca. Znižujú sa hodinové dotácie pre praktické cvičenia a neprospejú tomu ani nové, mimoriadne prísne pravidlá bezpečnosti pre prácu v školskom laboratóriu. Učovanie chémie v našich školách bolo v prvej polovici 20. storočia založené predovšetkým na prezentácii technológie výroby dôležitých chemických zlúčenín, pričom vyučovanie v triedach bolo dopĺňané povinnými exkurziami do chemických závodov. V druhej polovici 20. storočia sa však začalo od tohto trendu upúšťať, až sa dospelo do súčasného štádia, keď z učebníc chémie technológie výroby takmer vymizli. Pokiaľ ide o exkurziu do chemického podniku, situácia je ešte horšia. Spojilo sa tu viacero nepriaznivých faktorov: absencia povinnosti exkurzie v učebných osnovách, prísna bezpečnostná legislatíva súvisiaca s kontaktom žiakov s chemickými látkami, neochota vedenia mnohých podnikov „zdržovať“ sa sprevádzaním žiakov. [Linkešová, M. (2011)]

Aplikácia chemických technologických postupov vo vyučovacom procese je jedným zo spôsobov, akým môžeme vyučovanie chémie zefektívniť. Prostredníctvom nich sa dajú uplatňovať vo výučbe aj prioritné didaktické zásady, ako je zásada názornosti, vedeckosti, sústavnosti, primeranosti.

Aplikácia chemických technologických postupov vo vyučovaní chémie

Chemické technologické postupy sa teda dajú využiť ako nástroje motivácie žiakov. Pre možnosť využitia týchto postupov pri vyučovaní sme sa snažili vytvoriť zjednodušené funkčné modely priemyselných technologických zariadení, ktoré majú napomáhať lepšej názornosti preberaného učiva a umožňujú jeho dokonalejšie, rýchlejšie a komplexnejšie osvojenie. Ich využívanie prináša viacero pozitívnych faktorov: zvýšenie motivácie, aktivizácia vo vyučovacom procese, priblíženie skutočnej priemyselnej výroby, možnosť otvorenia záujmového útvaru, ktorého predmetom by bola aplikácia daných modelov žiakmi do praxe, uplatnenie medzipredmetových vzťahov, uplatnenie zásady vedeckosti, názornosti, motivácie a aktivity. Využitelnosť technologických postupov vo

vyučovacom procese je rozmanitá, podobne, ako je aj ich použitie v rôznych fázach vyučovacieho procesu – na motiváciu žiakov, na udržanie ich pozornosti, ako problémová úloha, pri sprostredkovaní nového učiva, pri opakovaní. Môžu sa uplatniť aj ako projekt, tie jednoduchšie ako laboratórna práca. [Linkešová, M. (2012)]

Pre väčšiu názornosť sme zvolili modely historických výrobných zariadení, na ktorých sa pre ich jednoduchú konštrukciu demonštruje vlastný chemický proces jednoduchšie a zariadenia sú ľahšie zhotoviteľné. Táto práca je treťou zo série prác, ktoré sa zaoberajú didaktickým využitím funkčných technologických modelov historických výrob – po výrobe mydla [Linkešová, M. (2012)] a výrobe železa [Linkešová, M. (2011)]. Tento raz sme zvolili výrobu cukru z cukrovej repy. Repný cukor (sacharóza) je zlúčenina, ktorá nás sprevádza v bežnom živote na každom kroku. I keď v prípade získavania cukru, či už repného alebo trstinového, nejde o skutočnú chemickú výrobu, nakoľko sacharóza sa nesyntetizuje v továrni v chemickom reaktore, ale rastlina ju „vyrobí“ na poli sama sériou mnohých zložitých biochemických reakcií. Úlohou výrobnnej technológie je iba izolácia čistej sacharózy z rastlinných buniek. Napriek tomu zahŕňa tento výrobný proces veľa chemických pracovných postupov a pomocných chemických reakcií, ktoré umožňujú odstránenie nežiaducich látok nachádzajúcich sa v repe, ktoré sa spolu so sacharózou uvoľnili z buniek počas prvej fázy získavania cukru – extrakcie – do tzv. surovej šťavy.

Technologický postup sme rozdelili na tri etapy – samostatné vyučovacie hodiny, s krátkou štvrtou etapou, pri ktorej by sa realizovala finálna izolácia produktu: extrakcia cukru z repy vo forme cukrového roztoku, čistenie cukrového roztoku od nežiaducich látok pochádzajúcich z repy a na záver odparovanie vody a kryštalizácia cukru. Možno ho preto realizovať ako sériu po sebe nasledujúcich laboratórnych cvičení. Na realizáciu práce stačí jednoduché laboratórne vybavenie, ktoré sa môže nahradiť bežným kuchynským náradím a nádobami. Náročnejšie zariadenie je iba odstredivka, potrebná na záverečnú izoláciu získaných kryštálikov cukru z melasy, ale na to sa dá úspešne využiť kuchynský odšťavovač ovocia a zeleniny, ktorý sa v súčasnosti nachádza v mnohých domácnostiach.

Prácu je možné zaradiť do učebných osnov pre 9. ročník základných škôl, 4. ročník gymnázií s osemročným štúdiom a 3. ročník škôl úplného stredného všeobecného vzdelávania k téme *Sacharidy*.

Ako súčasť práce bol vytvorený dokument určený pre učiteľov a žiakov nazvaný *Z repy do misky (Výroba cukru)*, ktorý obsahuje základné informácie o cukrovej repe a jej spracovaní v školských podmienkach. Každá etapa obsahuje pracovné návody pre žiakov a metodické pokyny spolu s technickými poznámkami pre učiteľa. S prácou sa môže čitateľ zoznámiť na internetovej stránke Katedry chémie Pedagogickej fakulty Trnavskej univerzity v Trnave. Prehľad historického

vývoja výroby cukru z cukrovej repy, ktorý ďalej uvádzame, vzhľadom na to, že z tohto spôsobu výroby vychádzame, môžu učitelia využiť ako motivačný vzdelávací text prinášajúci zaujímavé historické informácie. Súčasný postup výroby cukru zase poskytuje informácie, ktoré môže učiteľ využiť nielen priamo pri vyučovaní, ale aj ako pomôckou na prípravu pred prípadnou exkurziou do cukrovaru.

História výroby cukru z cukrovej repy

Cukor (sacharóza) sa v súčasnosti vo svete vyrába predovšetkým z cukrovej trstiny a z cukrovej repy veľmi podobnými procesmi, pričom nedochádza k zmene chemického zloženia tejto zlúčeniny. Tieto plodiny sú jedinečné svojím vysokým obsahom sacharózy. Rozdielny pôvod nie je v konečnom produkte – bielom cukre, vôbec pozorovateľný, keďže v oboch prípadoch ide o takmer čistú sacharózu (99,8%). Oba typy majú rovnakú chuť aj vlastnosti, no odlišujú sa vôňou. Repný cukor vonia inak ako trstinový, pretože práve zostávajúce 0,2% sú látky, ktoré výrazne ovplyvňujú jeho vôňu. Výroba cukru z cukrovej trstiny bola známa po celé stáročia. V našich stredoeurópskych podmienkach však pre pestovanie tejto rastliny nie sú vhodné podmienky (pestuje sa v tropickom a subtropickom pásme), ale sú vyhovujúce pre pestovanie cukrovej repy.

To, že repa obsahuje cukor, sa zistilo pred viac než štyristo rokmi. Medzi prvých objaviteľov jej sladkosti patrí Olivier de Serres, záhradník francúzskeho kráľa Henricha IV. V roku 1605, keď urobil tento objav, napísal o ňom v diele *Traité d'Agriculture* (Pojednanie o poľnohospodárstve). Tento jeho objav však upadol do zabudnutia. V roku 1747 berlínsky lekárnik Andreas Sigismund Marggraf opäť objavil cukor v repe. Marggraf skúmal príčinu jej sladkosti a z usušených koreňov bielej repy získal kryštalický cukor vylúhovaním pomocou vínneho liehu. Dokázal, že ide o tú istú látku, ktorá sa získava z cukrovej trstiny. V jeho práci pokračoval jeho žiak François Charles Achard, ktorý postrúhanú cukrovú repu lisoval a sirup čistil vápnom a sírovodíkom. Pri svojich výskumoch vyberal bulvy repy s vyšším obsahom cukru, hľadal najlepšie postupy na jej pestovanie a skúšal vyrobiť čistý cukor vo väčšom množstve. Po tom, čo ukázal opis výroby a továrenského zariadenia pruskému kráľovi Friedrichovi III., si získal nielen jeho uznanie, ale i finančnú podporu, a tak v roku 1802 založil prvý repný cukrovar. [Hallon, L. (2009)]

Väčší záujem o výrobu cukru z repy však vyvolala až kontinentálna blokáda, ktorú vyhlásil v roku 1806 Napoleon Bonaparte. Tá znamenala zákaz všetkých obchodných stykov s Britskými ostrovmi. Dovoz surového trstinového cukru, ktorý sa do Európy dovážal z oblastí Kuby a Haiti, bol zastavený. Pestovanie repy sa preto začalo vo Francúzsku zvyšovať. Repa sa začala pestovať aj mimo územia Francúzska a zároveň v tých oblastiach vznikali aj repné cukrovary. [Vadkertyová, K. (1969)]

Myšlienka výroby repného cukru sa začala rozširovať v Uhorsku najmä v nemeckých odborných časopisoch, a to ešte na prelome 18. a 19. storočia. Napriek podpore panovníčky Márie Terézie pre získavanie cukru z javorového sirupu sadením javorových hájov, postupne sa v strednej Európe východiskovou surovinou stala biela repa. Do radov popredných propagátorov tohto nového priemyselného odvetvia patrí Slovák Samuel Tešedík, ktorý koncom 18. storočia ako prvý v Uhorsku varil sirup z cukrovej repy. Za priekopníka priemyselnej veľkovýroby repného cukru možno považovať prešovského lekárnika Samuela Jána Gertingera, ktorý robil pokusy s izoláciou cukru z repy od roku 1801 a vylepšil viaceré technologické kroky.

S továrenskou výrobou cukru začal o tridsať rokov neskôr podnikateľ Mikuláš Lačný v prvom cukrovare na území Uhorska, a to vo Veľkých Úľanoch na juhu Slovenska. Cukrovar pracoval pod vedením zahraničných odborníkov Belgičana B. Duboisa a Francúza H. Imhoffa. V to istom roku začal Mikuláš Lačný prevádzku aj vo svojom druhom cukrovare – vo Vojniciach, v ktorom poveril odborným vedením propagátora cukrovarníctva Júliusa Gottlieba Lindbergera z Bratislavy. [Hallon, L. (2009)]

V týchto cukrovaroch sa pri výrobe nepostupovalo presne rovnako, ale jednotlivé postupy mali hlavné rysy podobné. Očistená a umytá repa sa postrúhala na strúhadlách na rezky. Rezky sa vložili do vriec a ručne vylisovali, obvykle pomocou železných tyčí. Takto získaný sirup sa zohrial na bod varu, premiešal s dobytčou krvou, príp. mliekom, bielkami alebo tzv. spódiom (živočišným uhlím z kostí). Po odstránení hustej peny, ktorá vystúpila na povrch, sa tekutina prefiltrovala cez hustý flanel a na noc sa naliala do plytkých drevených tanierov. Na druhý deň ráno sa číra tekutina z tanierov vyliala do medených kotlov a začalo sa zahusťovanie nad otvoreným ohňom. Keď sirup dostal potrebnú hustotu, vypustil sa z kotla, nalial do väčších drevených (kryštalizačných) tanierov a vložil sa do rovnomerne vykurovanej kryštalizačnej komory, kde zostal 4 týždne. Po štvrtom týždni sa vlašná hustá suspenzia kryštálikov cukru a melasy zliala do vriec a vylisovala sa v drevených lisoch, pričom sa cukrová hmota nepretržite zohrievala. Cukor sa potom rozdrvil, znova rozpustil, prevaril a cukrová tekutina sa ešte v horúcom stave naliala do homolí obrátených hrotom dole. Homole mali na hrote otvor, ktorý bol spočiatku upchatý. Zátka sa odstránila po zhutnutí cukrovej masy pri jej chladnutí, aby z cukru mohol odtiecť zvyšok melasy. Tento proces trval asi 10 – 12 dní. Nakoniec sa homole povyberali z obalov a preniesli do sušiarne, odkiaľ sa vynesol už hotový surový cukor.

V homoliach uložených hrotom dolu sa cukor aj rafinoval. Cukor sa vložil do čistých homôľ, liala sa do nich voda, ktorá rozpustila malú časť surového cukru. Vytvoril sa sirup, ktorý pomaly pretekal cez homole a odplavil zvyšnú melasu, ktorá bola usadená na kryštálikoch surového cukru. Proces trvajúci 6 – 8 dní sa podľa potreby zopakoval. Po skončení rafinácie sa homole postavili na päť a uložili na jeden až dva dni do sušiarne.

Neskôr sa zmenil spôsob získavania cukrovej šťavy z rezkov. Málo efektívne lisovanie, pri ktorom v rezkoch zostávalo ešte veľa nevyužitého cukru, sa nahradilo maceráciou vo vode, spočiatku v studenej, neskôr v horúcej. Postupne sa zdokonaľovali aj jednotlivé technologické zariadenia, z ručného ľudského pohonu, príp. zvieracieho prechádzali na vodný, neskôr parný až napokon na prelome 19. a 20. storočia na elektrický pohon.

Majiteľmi cukrovarov boli spočiatku veľkostatkári, ktorí v nich spracovávali úrodu z vlastných pozemkov. Obdobie v rokoch 1850 – 1867 bolo charakteristické zánikom starších, menších veľkostatkárskych cukrovarov a vznikom nových akciových cukrovarníckych podnikov s najnovšími technickými výtobytkami priemyselnej revolúcie. Vznik veľkých cukrovarov umožnila predovšetkým rozrastajúca sa železničná sieť, pretože to umožňovalo dopravu repy do cukrovarov z väčších vzdialeností, nielen z okolitých polí. [Hallon, E. (2009)]

Súčasný priemyselný postup výroby cukru z cukrovej repy

Súčasný postup izolácie sacharózy z cukrovej repy vychádza samozrejme z predchádzajúcich historických postupov výroby. Hlavný rozdiel je v zdokonalení výrobných zariadení v jednotlivých výrobných krokoch a v spôsobe čistenia repného extraktu (tzv. surovej šťavy).

Po umytí sa repa nareže na rezky. Sacharóza sa z buniek repy extrahuje za horúca (70–75°C) vodou, ktorá je mierne okyslená kyselinou sírovou. Bunková stena pri tom skoaguluje, a to účinkom kyslého prostredia, ako aj účinkom zvýšenej teploty, a stane sa pre sacharózu priepustnou. Po extrakcii zostáva v rezkoch iba 0,5% pôvodného obsahu cukru. Získa sa tzv. difúzna, resp. surová šťava, ktorej hodnota pH je kyslá (pH asi 6,1), čo je ale nežiaduce, pretože by to mohlo spôsobiť hydrolyzu sacharózy na monosacharidy glukózu a fruktózu. Okrem sacharózy sa v difúznej šťave nachádzajú rôzne ďalšie látky pochádzajúce z repných buniek. Do surovej šťavy sa preto pridáva vápenné mlieko s obsahom 20% CaO, pričom sa hodnota pH zmení asi na 11. Mnohé necukorné látky sa pri tom vyzrážajú, príp. rozložia. Následne sa do roztoku zavádza plynný CO₂ (1. saturácia). Vzniká zrazenina nerozpustného uhličitanu vápenatého CaCO₃ a hodnota pH roztoku pri tom klesne asi na 9. Takto vznikajúci uhličitan vápenatý má veľký povrch a slúži ako adsorpčné a filtračné činidlo, ktoré zachytáva necukry prítomné v surovej šťave. Vytvára sa tak dobre sedimentujúca a filtrovateľná zrazenina, ktorá tvorí tzv. saturačný kal. Saturačný kal sa odstraňuje zo šťavy dekantáciou a filtráciou na kalolisoch. Do difúznej šťavy sa opäť zavádza CO₂ (2. saturácia), až kým sa nezíska takmer neutrálny roztok. Získa sa vyčistený roztok, tzv. ľahká šťava. Tá sa niekoľkonásobným odparovaním v odparkách pracujúcich za zníženého tlaku zahutí na ťažkú šťavu, do ktorej sa v zrníchoch pridajú kryštáliky sacharózy (naočkovanie roztoku). Za stáleho vákuového odparovania vznikne cukrovina – zmes sirupu a kryštálikov. Uvarená cukrovina sa ochladí a vákuovou filtráciou alebo odstredovaním sa od kryštálikov cukru oddelí materský sirup – melasa.

Veľmi dokonalo prepracovaným technologickým postupom zahusťovania a kryštalizácie sa z ľahkej šťavy priamo získajú pekné čisté biele kryštáliky sacharózy vysokej kvality. Nie je potrebné robiť ďalšie čistiace operácie, tzv. rafináciu surového (hnedého) cukru, ako to bolo ešte v nedávnej minulosti. Po izolácii od melasy sa získaný biely kryštálový cukor suší, chladí, triedi podľa veľkosti zrna, balí a expeduje. Značná časť cukru sa pre zabezpečenie rovnomerného zásobovania spotrebiteľského a priemyselného trhu skladuje v silách alebo vo vreciach. [Linkešová, M. (2007)]

Pracovné postupy získania cukru v školskom laboratóriu

1. etapa: Ťaženie šťavy – extrakcia a difúzia (získanie roztoku cukru z repy)

Vstupné informácie pre žiaka:

Cieľom tejto fázy výroby v cukrovare je získanie cukru z repy vo forme tzv. surovej šťavy. Repa sa najprv rozreže na rezky v rezačkách. Rezky sa vedú do difuzérov, kde dochádza k vylúhovaniu (extrakcii) sacharózy z buniek pletiva cukrovej repy. Vzniknutý výluh (extrakt) sa nazýva surová šťava. Pri získavaní šťavy sa uplatňujú dva fyzikálne pochody:

- voľná extrakcia – z rozrezaných buniek cukrovej repy sa vyplavuje sacharóza pomerne ľahko,
- vlastná difúzia – u nepoškodených buniek je situácia iná. Bunková stena sacharózu von z buniek neuvolní, preto sa narúša okyslením kyselinou sírovou a zahriatím na teplotu nad 75°C, po čom sa stáva priepustná pre sacharózu, ale aj iné, nežiaduce látky.

Aby sa získalo čo najviac sacharózy a znížil sa obsah ostatných nežiaducich zložiek rastlinnej biomasy (fruktóza, glukóza, pektín, celulóza, dextrín...), je potrebné upraviť hodnotu pH zahrievanej zmesi kyselinou sírovou. Mala by sa doceliť hodnota pH šťavy vyššia ako 4 (4,1 až 5,3). Pri hodnote pH nižšej ako 4 nastáva rozklad sacharózy, pričom vzniká glukóza a fruktóza.

Čo potrebujeme:

umytá a očistená repa, kyselina sírová ($c = 1 \text{ mol/dm}^3$; asi 300 cm³), pitná voda, kuchynské strúhadlo, väčšia doska na krájanie, kadička a hrniec (vhodný je hrniec s dvojitém dnom, do plášťa ktorého sa naleje voda, takže zahrievanie prebieha na vodnom kúpeli, čo bráni prehriatiu roztokov), odmerný valec, pipeta, sklená tyčinka, teplomer, elektrický varič, miešadlo, univerzálne indikátorové papieriky pre pH, kuchynské sito

Postup:

Očistenú a umytú repu (s minimálnou hmotnosťou 500 g) odvážime a nastrúhame na strúhadle (Obrázok 1). Repné rezky vložíme do hrnca a pridáme

toľko teplej vody, aby boli rezky ponorené (asi 1 dm³). Pridané množstvo vody si zaznamenáme. Zahrievame na elektrickom variči (Obrázok 1), pričom kontrolujeme teplotu vody, aby neprekročila 70°C. Postupne, po malých dávkach pridáme roztok kyseliny sírovej (asi 50 cm³ na 1 dm³ šťavy), pričom sledujeme hodnotu pH surovej šťavy pomocou univerzálneho indikátorového papierika (mala by byť v rozmedzí 4 – 5). Asi po 30 min zahrievania a miešania bude extrakcia ukončená. Surovú šťavu precedíme do kadičky cez kuchynské sito. Mala by mať žltohnedú farbu (Obrázok 2). Skontrolujeme objem roztoku a ak treba, dolejeme vodu, aby mal roztok taký objem, ako bol vstupný objem extrakčnej vody.



Obrázok 1. Strúhanie cukrovej repy na strúhadle



Obrázok 2. Vysladené rezky (vľavo) a difúzna šťava (vpravo)

Technické poznámky pre učiteľa:

- Ťaženie šťavy zo sladkých rezkov sa zakladá na fyzikálnochemických procesoch, ktoré prebiehajú zahrievaním denaturovaného tkaniva cukrovej repy. V procese vylúhovania sa rezky vysladia na obsah asi 0,5% cukru z pôvodného obsahu v repe a získa sa veľmi čistá difúzna šťava. Je nevyhnutné používať rezky dobrej kvality; efekt vysladenia závisí od veľkosti povrchu, ktorým rezky prichádzajú do styku s vodou. Tento povrch závisí od hrúbky rezkov.
- Na zaliatie rezkov pri získavaní surovej šťavy sa použije pitná voda. Na prípravu roztoku kyseliny sírovej sa použije destilovaná voda, ale v prípade jej nedostatku, sa môže nahradiť vodou pitnou.
- Teplota pri extrakcii musí byť nižšia ako 75°C (optimálna hodnota 65°C).
- Hodnota pH šťavy by mala byť v rozmedzí 4 – 5,3 (optimálna hodnota pH = 5).
- Z dôvodu úspory času je lepšie, ak sa cukrová repa očistí pred laboratórnym

cvičením. Zvlášť náročné je orezanie poškodených častí vonkajšej vrstvy a nie je vhodné túto činnosť prenechať žiakom.

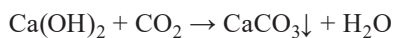
- Vyoraná repa sa môže skladovať na tmavom a chladnom mieste aj niekoľko týždňov. Ak sa už oreže, odporúčame ju skladovať v chladničke maximálne 2 dni. Čím je dlhšie takáto repa uchovávaná, prejde do šťavy tým väčšie množstvo nežiaducich látok v dôsledku oxidácie a enzymatického znehodnotenia a čo je podstatné, zníži sa obsah cukru v repe.

2. etapa: Čistenie surovej šťavy – epurácia (odstránenie nežiaducich látok z cukorného roztoku)

Vstupné informácie pre žiaka:

Do šťavy, ktorá sa získala z repných rezkov, sa okrem cukru dostali aj iné látky – necukry. Keďže chceme získať čistý cukor, musíme ich odstrániť.

Na odstránenie necukrov sa využíva zrážanie za tepla haseným vápnom (hydroxidom vápenatým – $\text{Ca}(\text{OH})_2$) vo forme vápenného mlieka. Následne sa hydroxid vápenatý zráža oxidom uhličitým (CO_2) na uhličitán vápenatý (CaCO_3):



Tuhý uhličitán vápenatý na svojom povrchu zachytí niektoré nečistoty. Zároveň sa zneutralizuje kyslé prostredie, ktoré sa vytvorilo pridaním kyseliny sírovej a uvoľnením organických kyselín z rezkov do šťavy a v zásaditom prostredí sa vyzrážajú ďalšie nečistoty. Súbor týchto operácií sa nazýva epurácia. Jednotlivé fázy epurácie sú: predčírenie, dočírenie, 1. saturácia, separácia kalu (filtrácia) po 1. saturácii, 2. saturácia, filtrácia po 2. saturácii.

Náš postup bude jednoduchší ako v cukrovare, ale všetky dôležité kroky budú zachované.

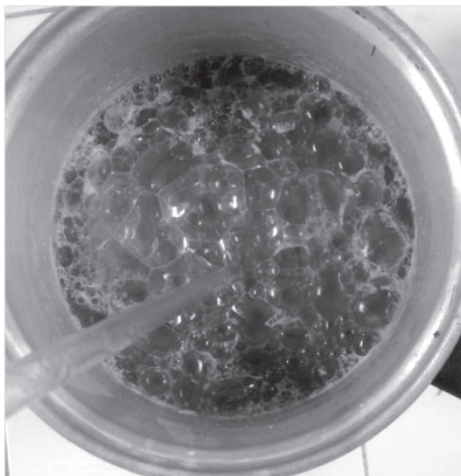
Čo potrebujeme:

surová šťava (z 1. etapy), oxid vápenatý, destilovaná voda, injekčné striekačky alebo pipety s balónikom, kadička a hrniec, filtračný lievik, filtračný papier (príp. kávový filter), sklená tyčinka, sklená rúrka (slamka), teplomer, elektrický varič, miešadlo, univerzálne indikátorové papieriky pre hodnotu pH, laboratórny stojan, filtračný kruh, svorky

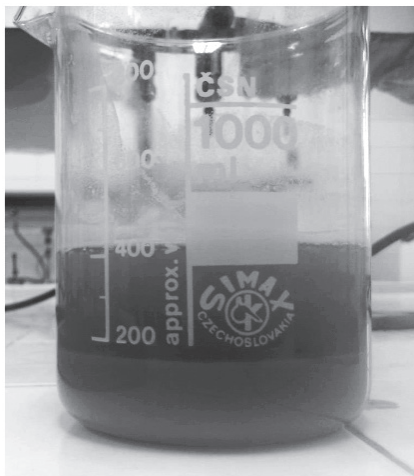
Postup:

Pripravíme si v kadičke vápenné mlieko rozmiešaním oxidu vápenatého CaO v destilovanej vode (na 1 dm^3 surovej šťavy 2 g CaO v 25 cm^3 vody). Vápenné mlieko pridávame do kadičky so surovou šťavou za stáleho miešania a zahrievania na teplotu od $84 - 93^\circ\text{C}$. Skontrolujeme hodnotu pH cukrovej šťavy, mala by byť v rozmedzí $10 - 11$. Potom začneme do šťavy vhaňať z plúcu oxid uhličitý rúrkou (slamkou). Preublávanie oxidom uhličitým robíme s prestávkami po dobu aspoň 15 min , pričom šťavu premiešavame (Obrázok 3). Vyzrážané nečistoty z horúcej

šťavy (Obrázok 4) prefiltrujeme; ak máme k dispozícii vývevu, uskutočnime filtráciu za zníženého tlaku, ale vhodná je aj jednoduchá filtrácia cez skladaný filter, je iba pomerne pomalá. Získať by sme mali svetlozltý roztok, tzv. ľahkú šťavu.



Obrázok 3. Prebublávanie šťavy oxidom uhličitým



Obrázok 4. Šťava pred filtráciou

Technické poznámky pre učiteľa:

- Treba použiť 25 cm³ vápenného mlieka na 1 dm³ difúznej šťavy. Ak sa použije menej, nečistoty sa neodstránia, a to vedie ku karamelizácii pri odparovaní.
- Oxid uhličitý sa nesmie pridávať do šťavy, kým hodnota pH nebude v rozmedzí 10–11.
- Teplota počas epurácie by sa mala udržiavať medzi 84°C až 93°C (optimálna hodnota 88°C).
- Predčírenie a dočírenie šťavy sa v cukrovare robí prídavkom CaO v množstve 1,2–2,0% na hmotnosť repy vo forme vápenného mlieka. Vápno, ktoré sa pridá pri čírení, odstráni kyslú reakciu difúznej šťavy a tým sa zastaví tvorba invertného cukru. Rozkladá niektoré necukry, najmä amidy, deesterifikuje pektíny a zároveň pôsobí dezinfekčne, čím sa zamedzí rast mikroorganizmov. Uhličitán vápenatý adsorbuje (strháva) zo šťavy necukry, najmä bielkoviny, pektíny, farbivá a kyseliny tvoriace nerozpustné soli.
- Magnetické miešadlo s ohrevom sa môže použiť, ak sa práca robí ako demonštrácia. Pre žiakov budú stačiť elektrické variče a ako miešadlá sklené tyčinky.
- Na očistenie laboratórneho skla stačí horúca voda.

3. etapa: Zahusťovanie roztoku, kryštalizácia (odparovanie vody a kryštalizácia cukru)

Vstupné informácie pre žiaka:

V ľahkej šťave, ktorá má svetlo žltú farbu a je zbavená takmer všetkých nežiaducich látok, je rozpustená sacharóza a už len veľmi malý podiel necukorných látok. Teraz je potrebné ju zahustiť, teda odpariť prebytočnú vodu, aby sme potom mohli kryštalizáciou z roztoku sacharózu izolovať. Zahusťovanie na kryštalizáciu sa vykonáva v odparkách (vysoké valcové veže). Objem šťavy sa zmenší približne na štvrtinu pôvodného objemu a získa sa zahustená, tzv. ťažká šťava s obsahom cukru 60%. Ťažká šťava je tmavo hnedá a je podobná medu.

Cukor sa v cukrovare získava z ťažkej šťavy pomerne komplikovaným procesom, ktorého základným dejom je kryštalizácia. Ťažká šťava sa varí pri 80° C za zníženého tlaku vo veľkých varných kotloch (zrničoch), v ktorých sa dparuje voda a vzniká pri tom presýtený roztok. Sacharóza zle kryštalizuje i z takéhoto roztoku, a preto sa kryštalizácii napomáha očkovaním zmesou kryštálov cukru a bieleho cukrového sirupu, pričom vzniká tzv. cukrovina. Zo zrničov sa vypúšťa vykryštalizovaná cukrovina do chladených kryštalizátorov, kde dôjde k dokončeniu kryštalizácie. Odtiaľ odteká do odstrediviek, kde sa získa hlavný produkt výroby – kryštálový cukor. Ten sa potom ešte vysuší, vychladí a kryštáliky sa na sítach roztriedia podľa veľkosti. Náš postup bude opäť zjednodušený.

Čo potrebujeme:

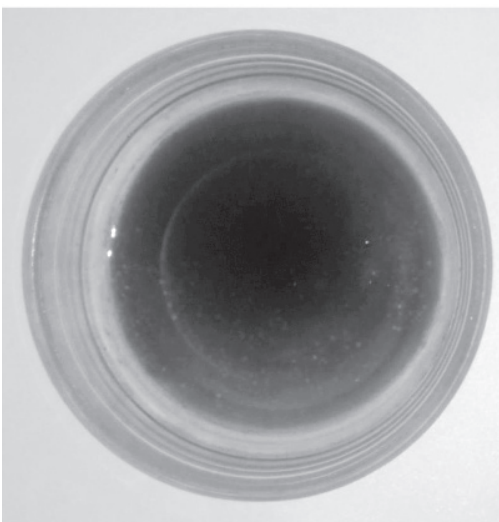
Lahká šťava (z 2. etapy), kadička alebo hrniec, teplomer, elektrický varič, kryštálový cukor, odšťavovač ovocia a zeleniny, príp. iné zariadenie s odstredivkou

Postup:

Lahkú šťavu prelejeme do kadičky alebo hrnca a opatrne zahrievame (Obrázok 5). Teplotu šťavy kontrolujeme, aby neprekročila 85°C, inak by cukor karamelizoval. Odparovaním vody sa šťava zahusťuje. Pokračujeme v odparovaní, až kým nevznikne cukrová šťava, ktorá je lepkavá a veľmi hustá. Do šťavy vložíme niekoľko kryštálov cukru (roztok tzv. naočkujeme) a necháme voľne kryštalizovať na okennom parapete 3 až 4 týždne (Obrázok 6). Nádobu prikryjeme filtračným papierom alebo handričkou, aby sa do roztoku neprášilo a ďalej ním nehýbeme. V hustom hnedom sirupe sa objavia drobné biele kryštáliky sacharózy. Z tohto sirupu (melasy) môžeme kryštáliky izolovať odstredovaním, napr. pomocou kuchynského odšťavovača.



Obrázok 5. Zahusťovanie ľahkej šťavy



Obrázok 6. Kryštalizácia cukru

Technické poznámky pre učiteľa:

- Tento pokus je najťažšou fázou získavania cukru. I tak je možné získať kryštály cukru s veľkosťou 4 mm, ak sa nechá viskózna zmes na okennom parapete aspoň 3 týždne. Postupy pri priemyselnej kryštalizácii sú zložitejšie.
- Pre žiakov bude veľmi obťažné získať viskóznou tekutinu a kryštalický cukor. I napriek prípadnému neúspechu tejto fázy možno výchovno-vzdelávací účinok dosiahnuť diskusiou o problémoch, s ktorými sa výrobcovia stretávajú v cukrovaroch, najmä o možnostiach ako minimalizovať dopad kompetitívnych reakcií na konečný produkt.
- Príprava na 3. etapu nie je potrebná.
- Pri použití kuchynského odšťavovača ovocia a zeleniny treba dodržiavať pokyny na jeho obsluhu udávané výrobcom.
- Na očistenie laboratórneho skla postačí horúca voda.

Literatúra

- Glina, K., Kierzyk, J. & Krzeczowska, M. (2012). Chemistry around us: true or false? Chemistry in movies. *Educació Química EduQ*. 11, 26-31. Retrieved from <http://revistes.iec.cat/index.php/EduQ/article/view/65716/65580>
- Hallon, L. (2009). História slovenského cukrovarníctva do roku 1938. *Listy cukrovarnícké a reparašské*. 126 (7/8), 224-227. Retrieved from www.cukr-listy.cz/on_line/2010/PDF/224-227.PDF

- Held, L. (2011). Konfrontácia koncepcií prírodovedného vzdelávania v Európe. *Scientia in Educatione* 2 (1), 69-79. Retrieved from <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/viewFile/18/17>
- Held, L., Žoldošová, K., Orolínová, M., Juricová, I. & Kotuľáková, K. (2011). *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (IBSE) v slovenskom kontexte*. Trnava, Slovakia: Trnavská univerzita v Trnave, Typi Universitatis Tyrnaviensis.
- Linkešová, M. & Kurusová, H. (2012). Funkčné technologické modely historických výrob a ich didaktické využitie. 2. Výroba mydla. *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied*. Trnava, Slovakia: Pedagogická fakulta, Trnavská univerzita v Trnave, 289-294. (Zborník z medzinárodnej konferencie. Smolenice 15 – 17 Oct. 2012)
- Linkešová, M. & Paveleková, I. (2007). Vybrané kapitoly z chemickej a potravinárskej technológie. Trnava, Slovakia : Pedagogická fakulta, Trnavská univerzita v Trnave.
- Linkešová, M. & Worobelová, M. (2011). Funkčné technologické modely historických výrobných zariadení a ich didaktické využitie. 1. Šachtová pec na výrobu železa. *Biologie, chemie, zeměpis*. 20(3x), 84-88. (*Chemické vzdelávání v teorii a praxi*. Materiály z mezinárodní konference o výuce chemie. Plzeň, 15 – 17 June 2011)
- Nodzyńska, M. (2012). Model mikrosvěta ve výuce chemie. In *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied*. Trnava: Pedagogická fakulta, Trnavská univerzita v Trnave, 2012, 91-95. (Zborník z medzinárodnej konferencie. Smolenice 15 – 17 Oct. 2012)
- Vadkertyová, K. (1969). Vývoj technizácie a technológie v cukrovarníckom priemysle na Slovensku do konca 19. storočia. *Z dejín vedy a techniky na Slovensku*. 5, 324-337.

Pod'akovanie

Tento príspevok bol publikovaný s podporou Ministerstva školstva Slovenskej republiky prostredníctvom projektu KEGA 003TTU-4/2016 *Chémia spoločnosť*.

Mária Linkešová, Ivona Paveleková, Róbert Knap

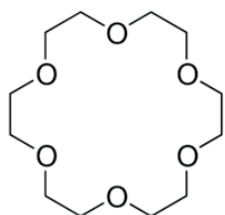
Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta, Katedra chémie, Slovensko

maria.linkesova@truni.sk

Makrocyclické sloučeniny a výuka chemie

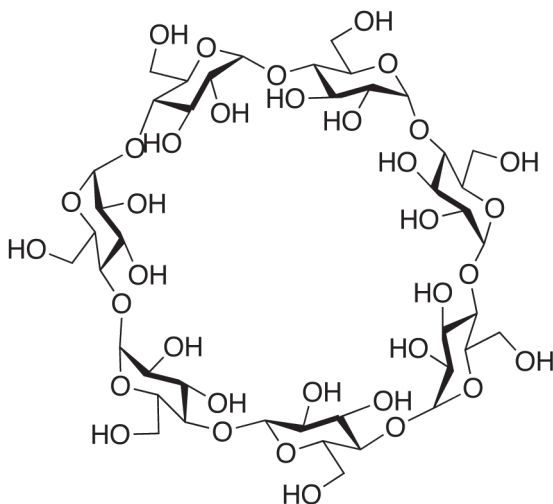
Makrocyclické sloučeniny jsou cyklické chemické látky, obsahující 8 a více atomů v kruhu. Mezi tyto sloučeniny patří mnoho látek rozdílné struktury syntetického nebo přírodního původu. Konkrétními příklady látek syntetického původu mohou být crown – ethery, jako příklad látek přírodního původu je možné uvést cyklodextriny.

Crown-ethery jsou cyklické oligomery ethylenoxidu. Jsou to např. 12-crown-4, 15-crown-5 a 18-crown-6 (obr. 1). Pokud jde o názvy těchto sloučenin, první číselný údaj v názvu představuje celkový počet atomů v kruhu, druhý vyjadřuje počet heteroatomů (kyslík) v kruhu.



Obrázek 1. Vzorec molekuly etheru 18-crown-6

Cyklodextriny jsou cyklické oligosacharidy, tvořené molekulami glukosy, vzájemně spojenými glykosidickými vazbami. Konkrétně α -cyklodextrin obsahuje 6 molekul glukosy, β -cyklodextrin 7 molekul glukosy (obr. 2) a γ -cyklodextrin 8 molekul glukosy.



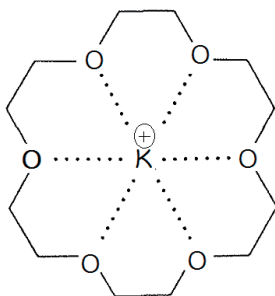
Obrázek 2. Vzorec molekuly β -cyklodextrinu

Crown-ethery mají, mimo jiné, schopnost uvnitř cyklu vázat ionty za vzniku komplexů. Tyto látky patří mezi tzv. ionofory a chemie zabývající zabývající se těmito látkami bývá nazývána chemie host-hostitel (hostitelem je makrocyclická sloučenina, hostem např. ion). Tato pak je součástí širšího celku, supramolekulární chemie. Komplexy se tvoří na základě např. různých typů donor-akceptorových interakcí, které náleží mezi tzv. slabé interakce. Vznik komplexů je spojen se změnami vlastností látek, ze kterých vznikají. Na těchto reakcích jsou pak založeny jednoduché výukové experimenty, demonstrující změnu vlastností látek, které interagují s makrocyclickými sloučeninami. Dále uvádíme jednoduché pokusy s makrocyclickou sloučeninou 18-crown-6.

Rozpuštěnost manganistanu draselného

Postup experimentu a interpretace výsledků:

1. Do suché zkumavky předložte několik krystalků manganistanu draselného a přidejte cca 3 cm³ vody, obsah zkumavky protřepete. Manganistan draselný se postupně ve vodě rozpouští a vytváří fialový roztok v důsledku interakce jednotlivých iontů s molekulami vody.
2. Do suché zkumavky předložte několik krystalků manganistanu draselného a přidejte cca 3 cm³ toluenu, obsah zkumavky protřepete. Manganistan draselný se v toluenu nerozpouští. Solvatace manganistanu draselného nepolárními molekulami vody nenastává.
3. Do zkumavky s manganistanem draselným a toluenem přidejte několik krystalků etheru 18-crown-6, obsah zkumavky intenzivně protřepávejte. Manganistan draselný se postupně začíná v toluenu rozpouštět a vytváří fialový roztok. Draselný kation interaguje s etherem 18-crown-6 a vytváří komplex (obr. 3), který má hydrofobní charakter a je tedy poměrně snadno solvatován nepolárními molekulami toluenu. Rozpouštění také závisí na solvataci aniontu, k té u manganistanového aniontu dochází.
4. Pokus zopakujte s chromanem draselným, výsledky experimentu se pokuste vysvětlit.

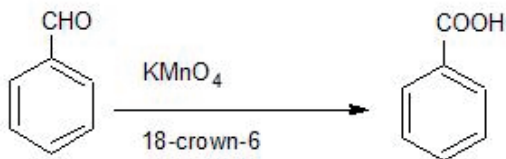


Obrázek 3. Komplex iontu K^+ s etherem 18-crown-6

Reakce manganistanu draselného s benzaldehydem

Postup experimentu a interpretace výsledků:

1. Do suché zkumavky předložte několik krystalků manganistanu draselného, přidejte cca 3 cm³ toluenu a následně několik krystalků etheru 18-crown-6, obsah zkumavky intenzivně protřepávejte. Manganistan draselný se postupně rozpouští a vytváří fialový roztok v důsledku tvorby komplexu mezi draselným kationtem a etherem 18-crown-6.
2. Do zkumavky s roztokem manganistanu draselného přidejte kapku benzaldehydu, obsah zkumavky protřepávejte. V důsledku přítomnosti etheru 18-crown-6 se vytvoří homogenní směs, cyklický ether zde působí jako fázový katalyzátor. Fialový roztok se postupně odbarvuje a z roztoku se vylučuje hnědá sraženina. Probíhá oxidace benzaldehydu na kyselinu benzoovou (obr. 4), manganistan draselný se redukuje na oxid manganičitý.
3. Vzorek reakční směsi společně se standardy (benzaldehyd, benzoová kyselina) naneste na tenkou vrstvu silikagelu a v chromatografické komoře vyvíjejte toluenem jako elučním činidlem. Po ukončení chromatografického procesu proveďte detekci s využitím UV záření a proveďte vyhodnocení chromatogramu. Průběh reakce lze snadno dokumentovat chromatografií na tenké vrstvě silikagelu s luminiscenčním indikátorem ($\lambda=254$ nm) a s toluenem jako elučním činidlem (vzorek reakční směsi na tenké vrstvě je vhodné mírně okouřit parami chlorovodíku), při detekci chromatogramu pod UV lampou tvoří výchozí látka i reakční produkt tmavé skvrny na světlém pozadí (benzaldehyd – $R_F = 0,57$; benzoová kyselina – $R_F = 0,09$).
4. Pokus zopakujte s benzylalkoholem jako výchozí látkou, popište průběh reakce a vysvětlete.

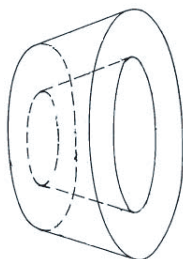


Obrázek 4. Reakce benzaldehydu s manganistanem draselným v toluenu za přítomnosti etheru 18-crown-6

Uvedené konkrétní příklady se vztahují ke standardním experimentům, prováděným s běžnými chemikáliemi, i když makrocyclické sloučeniny nelze ani dnes považovat za zcela běžné. Existují i jiné, velice zajímavé pokusy, ve kterých se méně dostupné chemikálie vyskytují ve větším počtu., což dále omezuje jejich realizaci ve školních podmínkách. Takovým příkladem je interakce etheru 18-crown-6 s fullerénem C₆₀. Vlastní provedení pokusu je velmi jednoduché.

Ve zkumavce se nejdříve připraví roztok fullerenu C_{60} . K roztoku se pak přidá několik krystalků etheru 18-crown-6. Po protřepání obsahu zkumavky se původně fialový roztok fullerenu změní na červenofialový. Změna barvy reakční směsi souvisí s přechodem fullerenu C_{60} na komplex s etherem 18-crown-6. Jedná se o donorakceptorový komplex (donorem je ether 18-crown-6, akceptorem pak fullerenu C_{60}), jehož stechiometrie je 1:1. Pokud nejsou k dispozici příslušné chemikálie, je třeba reálný experiment nahradit příslušným videozáznamem nebo nebo fotografiemi výchozího a konečného stavu experimentu.

Jinou variantu výukových chemických experimentů s makrocyclickými sloučeninami reprezentují pokusy s cyklodextriny. V tomto případě bude k pokusům použit β -cyklodextrin. Struktura této látky bývá znázorněna různými způsoby, od konstitučních vzorců po různé typy modelů, které představují např. prstencovité útvary (obr. 5).



Obrázek 5. Model molekuly β -cyklodextrinu

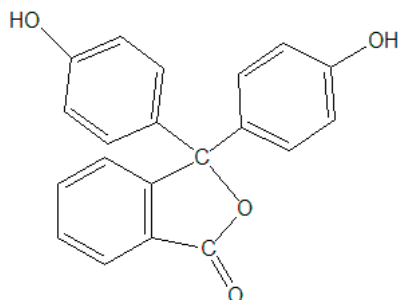
Cyklodextriny také snadno tvoří komplexy typu hostitel – host. V tomto případě je hostitelem molekula β – cyklodextrinu, hostem pak molekula známého acidobazického indikátoru.

Interakce fenolftaleinu a thymolftaleinu s β – cyklodextrinem

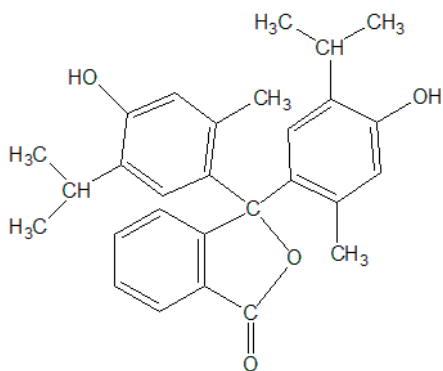
Postup experimentu a interpretace výsledků:

1. Do zkumavky předložte cca 2 cm³ 0,01 M vodného roztoku hydroxidu sodného a přidejte cca 10 kapek 0,1% roztoku fenolftaleinu (obr. 6) v ethanolu. Obsah zkumavky protřepete. Obsah zkumavky zčervená, protože v alkalickém prostředí přechází bezbarvá cyklická forma na barevnou necyklickou formu (obr. 8).
2. Na malé hodinové sklíčko předložte cca 3 cm³ za studena nasyceného roztoku β -cyklodextrinu ve vodě.
3. K roztoku β -cyklodextrinu přidejte 1–2 kapky alkalického roztoku fenolftaleinu. Červený roztok se odbarví, protože fenolftalein vytváří s cyklodextrinem komplex typu hostitel–host, ve kterém je hostem molekula fenolftaleinu v cyklické (bezbarvé) formě (obr. 9).

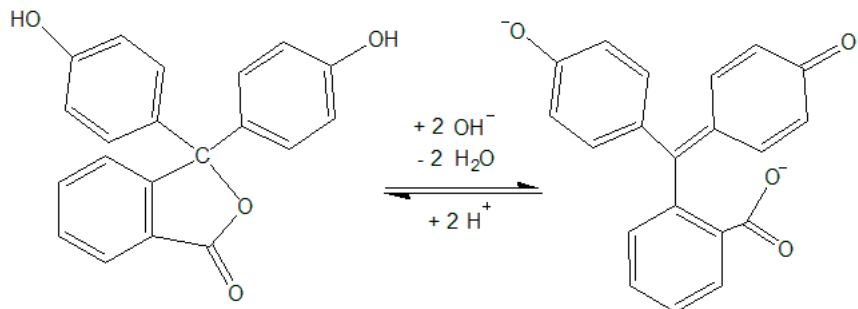
- Do zkumavky předložte cca 2 cm³ 0,01 M vodného roztoku hydroxidu sodného a přidejte cca 10 kapek 0,1% roztoku thymolftaleinu (obr. 7) v ethanolu. Obsah zkumavky protřepte. Obsah zkumavky zmodrá, protože v alkalickém prostředí přechází bezbarvá cyklická forma na barevnou necyklickou formu.
- Na malé hodinové sklíčko předložte cca 3 cm³ za studena nasyceného roztoku β -cyklodextrinu ve vodě. Modrý roztok se neodbarví, protože thymolftalein nevytváří s β -cyklodextrinem komplex typu hostitel – host, zřejmě v důsledku sterického bránění (přítomnost substituentů jakým je methyl a obzvláště isopropyl na fenylu).
- Pokus zopakujte s tím, že thymolftalein nahradíte o-kresolftaleinem, popište průběh experimentu a pokuste se jej vysvětlit.



Obrázek 6. Vzorec molekuly fenolftaleinu



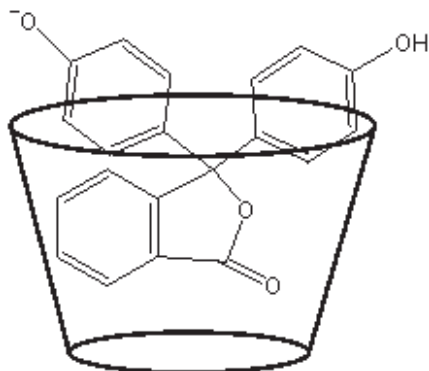
Obrázek 7. Vzorec molekuly thymolftaleinu



cyklická forma fenolftaleinu (bezbarvá)

necyklická forma fenolftaleinu (červená)

Obrázek 8. Rovnováha mezi cyklickou a necyklickou formou fenolftaleinu



Obrázek 9. Komplex fenolftaleinu s β -cyklodextrinem

Popsané experimenty ukazují, že makrocyclické sloučeniny mohou významným způsobem ovlivnit průběh chemických i fyzikálních procesů. Z toho vyplývá řada konkrétních aplikací těchto látek, např. crown – etherů jako katalyzátorů fázového přenosu. Komplexotvorné vlastnosti cyklodextrinů se využívají v analytické chemii (fotometrická stanovení), bioorganické chemii (modely enzymů) ale i v textilním průmyslu, farmacii a dalších oborech. Mimo jiné z těchto důvodů je třeba studentům tyto látky ukázat a představit jim jejich zajímavou strukturu a jí odpovídající vlastnosti. Z uvedených příkladů je zřejmé, že tato oblast chemie může svým způsobem přispět k inovaci experimentálních úloh na různých typech škol.

Literatura

1. STIBOR, Ivan. Sláva (a bída) supramolekulární chemie. *Chemické listy*. 2009, roč. 103, č. 4, s. 260-265
2. LHOTÁK, Pavel a Ivan STIBOR. *Molekulární design*. Praha: VŠCHT, 1997. ISBN 80-7080-295
3. TECHNICAL BULLETIN AL-115. *18-crown-6*. [4/96]: Aldrich Chemical Company, Inc. 1001 West Saint Paul Ave., Milwaukee, WI53233
4. NEHAMIAH, Jose et al. Selective production of benzaldehyde by permanganate oxidation of benzyl alcohol using crown-ethers as phase transfer catalyst. *Journal of Molecular Catalysis A Chemical*. 2009, vol. 309, iss. 1-2, p. 153-155
5. TAGUCHI, Kazuo. Transient Binding Mode of Phenolphthalein – β -cyklodextrin Complex: An Example of Induced Geometrical Distorsion. *Journal of American Chemical Society*. 1986, vol. 108, p. 2705-2709
6. BUVÁRI Ágnes et al. Complex Formation of Phenolphthalein and Some

- Related Compounds with β –cyclodextrin. *Journal of Chemical Society, Perkin Transaction*. 1988, vol. 2, p. 1687-1690
7. TAUSCH, Michael. Host-Guest Complex: β -Cyclodextrin-Phenolphthalein. In: *Eine Kooperation von Wacker und der Bergischen Universität Wuppertal* [online]. 2007 [cit. 2015-09-22]. Dostupné z: http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/disido_cy/alert.htm
 8. KHALAFI, Lida a Mohammad RAFIEE. Cyclodextrin Based Spectral Changes. In: *An Integrated View of the Molecular Recognition and Toxinology – From Analytical Procedures to Biomedical Applications* [online]. InTech, 2013 [cit. 2015-09-22]. ISBN 978-953-51-1151-1. Dostupné z: <http://www.intechopen.com/books/an-integrated-view-of-the-molecular-recognition-and-toxinology-from-analytical-procedures-to-biomedical-applications/cyclodextrin-based-spectral-changes>
 9. KARÁSKOVÁ, Natálie a Karel KOLÁŘ. Jednoduché pokusy s makrocyclickými sloučeninami. *Biologie – Chemie – Zeměpis*. 2015, roč. 24, č.4, s. 176-180
 10. KARÁSKOVÁ, Natálie, MYŠKA, Karel a Karel KOLÁŘ. Jednoduché pokusy s makrocyclickými sloučeninami (2). *Biologie – Chemie – Zeměpis*. 2015, roč. 24, č.5, s. 236-238

Karásková Natálie¹, Malcevskaja Naděžda Vladislavovna², Myška Karel³, Kolář Karel¹

¹Přírodovědecká fakulta UHK, Hradec Králové, ČR

²Oddělení biotechnologie MAMI, Moskva, RF

³Ústav sociální práce UHK, Hradec Králové, ČR

karel.kolar@uhk.cz

Społeczny odbiór chemii a edukacyjne możliwości wykorzystania *Zielonej chemii*

Cel pracy i zastosowane metody

Dla większości społeczeństwa chemia nie kojarzy się dobrze. Należy więc podjąć działania, aby zmienić stosunek ludzi do szeroko pojętej chemii. Okazję ku temu stwarza koncepcja Zielonej chemii (*Green Chemistry*), która powstała przed 25 laty. Celem pracy było pokazanie edukacyjnych możliwości wykorzystania koncepcji zielonej chemii do zmiany negatywnego stosunku większości społeczeństwa do szeroko pojętej chemii. W pracy przedstawiono także wyniki badań, których celem było wysondowanie opinii studentów na temat roli chemii w życiu oraz określenie stopnia znajomości tematyki związanej z zieloną chemią. Jako technikę badań zastosowano ankietę, a narzędziem badawczym był kwestionariusz.

Wstęp

Chemia towarzyszy ludzkości już od czasów starożytnych. Od lat 20. ubiegłego wieku obserwuje się tendencję do wykorzystania chemii dla zaspokajania różnorodnych potrzeb społeczeństwa. W latach 30. XX wieku koncern Du Pont reklamował hasło „better things for better living through chemistry” („lepsze rzeczy dla lepszego życia dzięki chemii”), co dobrze oddaje nastawienie do chemii w tym czasie (Brock, 1999) *Historia chemii*, Prószyński i S-ka, Warszawa. Przez kolejne trzy dziesięciolecia trwała fascynacja osiągnięciami chemii i ich wdrożeniami do życia codziennego. W dzisiejszych czasach życie bez produktów chemicznych stało się niemożliwe. Bez produktów chemicznych trudno wyobrazić sobie nie tylko życie codzienne ludzi, ale także funkcjonowanie różnych gałęzi przemysłu (np. farmaceutycznego, spożywczego, włókienniczego, budowlanego, samochodowego czy elektronicznego). To samo można powiedzieć w odniesieniu do rolnictwa. Zwiększające się zapotrzebowanie na produkty chemiczne stymulowało i w dalszym ciągu stymuluje rozwój przemysłu chemicznego. Warto w tym miejscu przytoczyć słowa laureata Nagrody Nobla Richarda R. Ernsta: „Przemysł chemiczny jest dzisiaj głównym filarem ludzkiej cywilizacji i kultury. Bez przemysłu chemicznego społeczność ludzka, w jej obecnych i przyszłych formach, jest nie do pomyślenia” (Taniewski, 2011). W rozwiązywaniu najważniejszych problemów świata dużą rolę może odegrać szeroko pojęta chemia. W pracy (Taniewski, 2011) wymieniono następujące wyzwania stojące przed chemią, technologią chemiczną i przemysłem chemicznym w obliczu najważniejszych globalnych zagrożeń świata:

- zapewnienie wyżywienia i zdrowia ludzkości,
- zaspokojenie energetycznych potrzeb ludzkości i racjonalne

- gospodarowanie światowymi zasobami surowców,
- dostarczanie coraz bardziej doskonałych materiałów i półfabrykatów dla innych obszarów techniki i codziennego życia,
- ograniczenie i eliminacja zanieczyszczeń środowiska.

Spoleczny odbiór chemii

Powszechna chemizacja naszego życia z czasem zaczęła stwarzać różnego rodzaju zagrożenia dla ludzi i środowiska naturalnego. W latach 70. i 80. XX wieku pozytywny dotąd publiczny wizerunek chemii uległ zmianie, co szczególnie uwidoczniło się w środkach masowej informacji. Jednym z powodów tej zmiany była seria katastrof chemicznych, do jakich doszło w tych latach. Wystarczy choćby wspomnieć katastrofy w Flixborough, Seveso, Bhopalu, Enschede czy Tuluzie. Określenie „chemiczny” stało się synonimem czegoś niebezpiecznego i szkodliwego. „Czy chemiczny oznacza niebezpieczny?” – pyta w swoim artykule S. Zieliński (2010). Otóż autor wzmiankowanej pracy zauważa, że celem stosowania chemikaliów było nie tylko podniesienie poziomu życia ludzi, ale także eliminowanie innych zagrożeń. Jako ilustracja wykorzystania chemii do likwidowania różnych zagrożeń niech posłużą dwa przykłady: wykorzystanie chemikaliów w rolnictwie oraz chloru i jego związków do dezynfekcji. Intensyfikacja rolnictwa możliwa była dzięki zastosowaniu nawozów sztucznych i środków ochrony roślin, co w konsekwencji doprowadziło do zwiększenia produkcji żywności, a co z kolei zapobiegło klęskom głodu w wielu rejonach świata. Natomiast stosowanie chloru i jego związków do dezynfekcji, szczególnie wody pitnej, praktycznie wyeliminowało ryzyko występowania epidemii spowodowanych złymi warunkami sanitarnymi (Zieliński, 2010).

Tak jak wcześniej napisano, przez kilka dekad XX wieku utrzymywała się fascynacja chemią. Jednak z czasem, jak zauważa R. Breslow w swoim artykule, (1996) chemia zatraciła „swój czar w oczach szarej opinii publicznej”. Dodaje on, że osiągnięcia w dziedzinie chemii są w mediach niezauważalne, ale każdy wypadek chemiczny jest odnotowywany i nagłaśniany. W podobnym tonie wyraża się R. Waldner (1996) w artykule pod znamienym tytułem „Brzydkie Kaczętko, czyli rozważania o problemach chemii i jej wizerunku”. Według niej chemia, mimo że „wszędzie obecna w życiu, to jednak żadna inna dziedzina naukowa nie ma tak złej reputacji”. Autorka próbuje dociec przyczyn tego stanu rzeczy. Jej zdaniem negatywny wizerunek chemii nie wynika tylko z katastrof w Seveso czy Bhopalu, ale związany jest z takimi pojęciami, jak „sztuczny” lub „syntetyczny”. Jako przykłady można podać sztuczne włókno, nawóz sztuczny, tworzywo sztuczne, syntetyczna witamina C, co budzi złe skojarzenia wśród większości społeczeństwa.

Jeśli chodzi o społeczny odbiór chemii to mamy do czynienia ze swoistym paradoksem. Z jednej strony ludzie korzystają z wyrobów chemicznych w życiu

codziennym, z drugiej zaś panuje niechęć do szeroko pojętej chemii (chemofobia). Według Atkinsa (2012) „chemia jest źródłem infrastruktury nowoczesnego świata: jeśli zabierzemy mu osiągnięcia chemii, znajdziemy się z powrotem w epoce kamienia, ze wszystkimi jej niedogodnościami i brakiem możliwości działania”. Słowa te należałoby skierować ku przestrodze przede wszystkim do przeciwników szeroko pojętej chemii.

Wyniki badań ankietowych

Badania zostały przeprowadzone w kwietniu i maju 2016 roku wśród 129 studentów Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie. Jako technikę badań wykorzystano ankietę, a narzędziem badawczym był kwestionariusz, który składał się z 20 pytań (zamkniętych, półotwartych i jednego otwartego). Badania, których wyniki zostaną przedstawione w pracy, stanowią kontynuację wcześniejszych badań (Puchała, 2014).

Wyniki badań dotyczące wysondowania opinii studentów na temat roli chemii zostały przedstawione w tabelach 1 – 10, a wyniki badań związane z określeniem stopnia znajomości tematyki związanej z zieloną chemią w tabelach 11 – 20. W tabelach tych WMP oznacza wyniki ankietowanych studentów Wydziału Matematyczno – Przyrodniczego (61 osób), a WP studentów Wydziału Pedagogicznego (68 osób). Jeśli chodzi o pierwszy z wydziałów, byli to studenci kierunków: *Chemii, Biotechnologii, Ochrony Środowiska* oraz studenci, którzy wybrali jako przedmiot swobodnego wyboru *Technologie bioenergetyczne*.

Tabela 1. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 1: Czy dzisiejszy stan rozwoju naszej cywilizacji byłby możliwy bez osiągnięć z zakresu chemii?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
zdecydowanie nie	57,4	70,5	45,6
raczej nie	37,2	27,9	45,6
nie ma to większego znaczenia	1,6	0	3
tak	3,9	1,6	5,9
inne	0	0	0

Tabela 2. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 2: Czy wyobraża sobie Pan/ Pani życie bez żadnych wyrobów chemicznych?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
zdecydowanie tak	1,6	1,6	1,5
raczej tak	4,7	3,3	5,9
raczej nie	50,4	37,7	61,8
zdecydowanie nie	43,4	57,4	30,8
inne	0	0	0

Tabela 3. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 3: Czy slogan sprzed kilkadziesiąt lat „Chemia żywi, leczy, ubiera, buduje” jest aktualny również dziś?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
zdecydowanie tak	53,5	65,6	42,6
nie do końca	37,2	34,4	39,7
raczej nie	6,2	0	11,8
zdecydowanie nie	3,1	0	5,9
inne		0	0

Tabela 4. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 4: Jakie ma Pan/Pani skojarzenia z chemią i jej produktami?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
pozytywne, gdyż wykorzystanie chemii podniosło poziom życia,	24,0	39,3	10,3
niejednoznaczne, gdyż chemia i jej produkty są zarówno potrzebne w życiu, ale jednocześnie mogą też szkodzić	58,1	46	69,1
negatywne, gdyż wzrastająca liczba tzw. chorób cywilizacyjnych jest wynikiem m.in. spożywania produktów zawierających niekorzystne dla zdrowia substancje chemiczne	10,9	9,8	11,7
nigdy się nad tym nie zastanawiałem/-am	7,0	4,9	8,8
inne	0	0	0

Tabela 5. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 5: Czy robiąc zakupy zwraca Pan/Pani uwagę na dodatkowe substancje chemiczne zawarte w produktach spożywczych (np. czytasz etykiety)?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
zdecydowanie tak, gdyż wybieram tylko i wyłącznie "zdrowe produkty"	17,0	18	16,2
raczej tak, choć zdarza się, że wybieram produkty zawierające dodatkowe substancje chemiczne	68,2	67,2	69,1
raczej nie, gdyż uważam, że takie substancje nie wpływają na zdrowie organizmu	7,0	1,6	11,7
zdecydowanie nie	7,0	11,5	2,9
inne	0,8	1,6	0

Tabela 6. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 6: Czy substancje chemiczne zawarte w produktach spożywczych (tj. barwniki, przeciwutleniacze, emulgatory) mają wpływ na stan naszego zdrowia oraz jakość życia?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
zdecydowanie tak, ponieważ niektóre substancje chemiczne mogą powodować różne choroby	89,1	93,4	85,3
raczej nie, ponieważ organizm jest odporny na różne substancje chemiczne	4,7	3,3	5,9
zdecydowanie nie	1,6	0	2,9
nie wiem	3,1	0	5,9
inne	1,6	3,3	0

Tabela 7. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 7: Czy określenie „chemiczny” należy kojarzyć z czymś, co jest niebezpieczne, szkodliwe lub nienaturalne?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
zdecydowanie tak	7,8	6,6	8,8
raczej tak	53,5	47,5	58,8
raczej nie	33,3	34,4	32,3
zdecydowanie nie	1,6	3,3	0
inne	3,9	8,2	0

Tabela 8. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 8: Które miejsce zajmuje według statystyk przemysł chemiczny w zanieczyszczeniu środowiska naturalnego?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
1	7,8	11,5	4,4
2	32,2	39,3	35,3
3	16,3	13,1	19,1
4	3,9	1,6	5,9
nie wiem	34,9	34,4	35,3

Tabela 9. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 9: Czy wiedza chemiczna zdobyta w szkole przydała się Panu/Pani kiedyś w życiu codziennym?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
tak	69,0	83,6	55,9
nie	7,8	3,3	11,8
nie wiem	5,4	1,6	8,8
nie przypominam sobie	17,0	9,8	23,5
inne	0,8	1,6	0

Tabela 10. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 10: Czy zdaniem Pana/Pani w edukacji szkolnej powinno więcej miejsca poświęcić się na uświadomienie uczniom roli chemii w życiu codziennym oraz na kształtowanie umiejętności posługiwania się wiedzą chemiczną?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
zdecydowanie tak	35,7	52,5	20,6
raczej tak	47,3	34,4	58,8
raczej nie	14,7	13,1	16,2
zdecydowanie nie	1,5	0	2,9
inne	0,8	0	1,5

Biorąc pod uwagę wydział, na którym studiują studenci widać, że około 70% badanych z Wydziału Matematyczno – Przyrodniczego uważa, że rozwój cywilizacji zdecydowanie nie byłby możliwy bez osiągnięć z zakresu chemii, a odpowiedź „raczej nie” wskazało prawie 28% studentów. Inaczej wygląda to w przypadku studentów Wydziału Pedagogicznego, gdzie ponad 45% studentów uważa, że rozwój cywilizacji zdecydowanie nie byłby możliwy bez osiągnięć z zakresu chemii i tyleż samo wskazało na odpowiedź „raczej nie” (tabela 1).

Badani studenci z obydwu wydziałów stwierdzili, że nie wyobrażają sobie życia bez żadnych wyrobów chemicznych (po zsumowaniu odpowiedzi „zdecydowanie nie” i „raczej nie” tak sądzi ponad 95% studentów WMP i prawie 93% studentów WP) (tabela 2).

W dzisiejszych czasach chemia i jej produkty odgrywają w życiu codziennym ogromną rolę. Trudno dziś wyobrazić sobie życie bez leków, środków higieny, farb, lakierów czy wyrobów z tworzyw sztucznych. Według większości ankietowanych studentów slogan sprzed kilkudziesięciu lat „Chemia żywi, leczy, ubiera, buduje” jest aktualny również dziś. „Zdecydowanie tak” odpowiedziało ponad 65% studentów WMP i ponad 42% studentów WP (tabela 3). Najczęściej udzielaną odpowiedzią na pytanie 4, w którym pytano o skojarzenia z chemią i jej produktami była: „niejednoznacznie, gdyż chemia i jej produkty są zarówno potrzebne w życiu, ale jednocześnie mogą też szkodzić” (możliwość tę wybrało 46% studentów WMP i ponad 69% studentów WP). Dla większości badanych (ponad 53%) pojęcie „chemiczny” kojarzy się raczej negatywnie z czymś niebezpiecznym, szkodliwym czy nienaturalnym (tabela 7). Analizując odpowiedzi studentów poszczególnych wydziałów widzimy, że wiedza chemiczna zdobyta w szkole przydała się im w życiu codziennym. Taką opinię wyraziło ponad 83% studentów WMP i prawie 56% studentów WP (tabela 9). Odpowiedzi te są pewnym zaskoczeniem. Badani studenci są zdania, że w edukacji szkolnej powinno więcej miejsca być poświęcone na uświadomienie uczniom roli chemii w życiu codziennym oraz na kształtowanie umiejętności posługiwania się wiedzą chemiczną. Odpowiedź „zdecydowanie tak” wybrało prawie 36%, a „raczej tak” ponad 47% (tabela 10).

Tabela 11. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 11: Czy spotkała się Pan/Pani z terminem „zielona chemia”?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
tak	54,3	86,9	25
nie	31,8	4,9	55,9
nie przypominam sobie	13,9	8,2	19,1
inne	0	0	0

Tabela 12. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 12: Jak rozumie Pan/Pani termin „zielona chemia”?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
jako chemię bezpieczną dla środowiska	80,6	90,2	72,1
jako chemię szkodliwą dla środowiska	2,3	1,6	2,9
nie wiem	15,5	6,6	23,5
inne	1,6	1,6	1,5

Tabela 13. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 13: Które z wymienionych określeń są synonimami zielonej chemii (można zaznaczyć więcej niż jedną odpowiedź)?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
czysta chemia	42,6	54,1	32,3
chemia dla rolnictwa	20,9	16,4	25
chemia przyjazna dla środowiska	88,0	96,7	79,4
chemia barwników	4,6	3,3	5,9

Tabela 14. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 14: Kiedy pojawił się termin „zielona chemia”?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
1981 roku	7,7	13,1	2,9
1991 roku	28,7	34,4	23,5
2000 roku	10,1	14,8	5,9
2010 roku	2,3	1,6	2,9
nie wiem	51,2	36,1	64,7

Tabela 15. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 15: Kto wprowadził termin „zielona chemia”?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
Paul Crutzen	4,6	4,9	4,4
Paul Anastas	31,0	36,1	26,5
Svante Arrhenius	0,8	1,6	0
Linus Pauling	0,8	0	1,5
nie wiem	62,8	57,4	67,6

Tabela 16. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 16: Na czym polega idea zielonej chemii?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
na stosowaniu jedynie naturalnie pozyskiwanych barwników i ograniczeniu stosowania barwników syntetycznych	26,4	21,3	30,9
na projektowaniu produktów i procesów chemicznych minimalizujących użycie i wytwarzanie niebezpiecznych substancji	60,5	68,9	52,9
na genetycznej modyfikacji roślin w celu ulepszenia ich właściwości	7,7	4,9	10,3
na propagowaniu żywności pozbawionej syntetycznych dodatków chemicznych.	5,4	4,9	5,9

Tabela 17. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 17: Powszechnie uważa się, że filarem zielonej chemii jest:

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
stosowanie nowych mediów reakcyjnych	13,2	14,8	11,8
kataliza	32,6	41	25
wykorzystanie alternatywnych rodzajów energii	16,3	26,2	7,4
nic nie wiem na ten temat	38,0	18	55,9
inne	0	0	0

Tabela 18. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 18: Które z wymienionych rozpuszczalników spełniają wymogi zielonej chemii (można zaznaczyć więcej niż jedną odpowiedź)?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
ciekle węglowodory	6,2	6,6	5,9
ciecze jonowe	38,0	60,6	17,6
płyny nadkrytyczne	16,3	29,5	4,4
nie wiem	54,3	31,1	75
inne	0	0	0

Tabela 19. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 19: Jakie mogą być sposoby propagowania zielonej chemii (można zaznaczyć więcej niż jedną odpowiedź)?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
należy rozpowszechniać wiedzę o zielonej chemii wśród pracowników przemysłu chemicznego	50,4	70,5	32,3
zielona chemia powinna być przedmiotem nauczania na studiach chemicznych	43,4	63,9	25
informacje o zielonej chemii powinny być obecne w massmediach	57,4	55,7	58,8
nie ma takiej potrzeby	8,5	1,6	14,7
inne	1,5	1,6	1,5

Suma odpowiedzi w każdej kolumnie tabeli 19 przekracza 100%, gdyż można było wybrać więcej niż 1 odpowiedź.

Tabela 20. Zestawienie wyników odpowiedzi na pytanie 20: Czy warto kształtować pozytywny wizerunek chemii?

Odpowiedzi	Sumarycznie [%]	WMP [%]	WP [%]
tak	90,7	90,2	91,2
nie	9,3	9,8	8,8

Pojęcie „zielona chemia” jest znane prawie 87% studentów WMP i jedynie 25% WP (tabela 11). Wynik uzyskany przez studentów Wydziału Pedagogicznego dowodzi, że istnieje potrzeba propagowania programu zielonej chemii. Odpowiadając na pytanie 12 studenci bez względu na wydział, na którym studiują, najczęściej wskazywali odpowiedź, że termin „zielona chemia” rozumieją jako „chemię bezpieczną dla środowiska” (ponad 90% studentów WMP oraz ponad 70% WP). Pytanie 13 polegało na wyborze przez ankietowanych synonimów zielonej chemii. Mając możliwość zaznaczenia więcej niż tylko jednej odpowiedzi, możemy zauważyć, że najczęściej wybierana była odpowiedź: „zielona chemia to chemia przyjazna dla środowiska”. Wybrało ją prawie 97% studentów z WMP i niecałe 80% z WP, a synonim „czysta chemia” ponad połowa ankietowanych z WMP i WP około 32% z WP. Na czym polega idea zielonej chemii wiedziało prawie 70% studentów WMP oraz ponad połowa studentów WP (pytanie 16). Katalizę uważa się za filar zielonej chemii, o czym wiedziało ponad 40% ankietowanych studentów WMP i 25% WP (pytanie 17). Pytanie 18 dotyczyło rozpuszczalników spełniających wymogi zielonej chemii. Najczęściej wybieraną odpowiedzią przez studentów WMP były „cieczce jonowe” (prawie 61%), natomiast 75% studentów WP przyznało, że nie wie. Jak napisano wcześniej, zieloną chemię można propagować na różne sposoby. Problematyka ta była przedmiotem pytania 19, a kolejność możliwości propagowania zielonej chemii według ankietowanych studentów była następująca: informacje o zielonej chemii powinny być obecne w massmediach (ponad 57%), rozpowszechnianie wiedzy o zielonej chemii wśród pracowników przemysłu chemicznego (ponad 50%), zielona chemia powinna być przedmiotem nauczania na studiach chemicznych (ponad 43%). Mała grupa respondentów (8,5%) nie widzi potrzeby propagowania zielonej chemii. Na ostatnie pytanie „Czy warto kształtować pozytywny wizerunek chemii?” prawie 91% badanych studentów odpowiedziało twierdząco, co jest pocieszające. A oto kilka przykładów uzasadnienia, jakie podawali studenci: „chemia jest obecna w naszym życiu, jesteśmy od niej uzależnieni, dlatego pozytywny wizerunek jest potrzebny po to, aby społeczeństwo zobaczyło i uświadomiło sobie jak wielką rolę ona odgrywa”; „kształtowanie pozytywnego wizerunku chemii wpłynie na zwiększenie świadomości społeczeństwa na temat korzystania z dóbr chemicznych we właściwy i bezpieczny dla środowiska sposób co zminimalizuje przypadki zanieczyszczeń”; „uważam, że warto kształtować

pozytywny wizerunek chemii, gdyż w obecnych „proekologicznych” czasach ludzie stają się negatywnie nastawieni do produktów zawierających w swojej nazwie lub składzie hasło „chemia”. Jednak chemia to niekoniecznie coś złego i coraz częściej można spotkać różne produkty lub tworzywa przyjazne dla środowiska, które są wytworzone za pomocą chemii. Ogólnie przeciętni ludzie sobie z tego nie zdają sprawy i uważam, że jak najbardziej warto to zmienić”.

Możliwości edukacyjnego wykorzystania *Zielonej chemii*

Od wielu lat podejmowane są działania zmierzające do zmniejszenia zagrożeń chemicznych, co opisano w pracy (Puchała, 2013). Szczególną rolę w tych działaniach odgrywa program zielonej chemii, który powstał w 1991 roku. Lapidarnie zieloną chemię definiuje się jako projektowanie produktów i procesów, które zmieniają lub eliminują użycie i wytwarzanie niebezpiecznych substancji (Anastas i Warner, 1998). W społeczeństwie pokutuje się negatywny wizerunek chemii i jej produktów. Koncepcja Zielonej chemii stwarza doskonałą okazję do zmiany tego obrazu chemii. W Polsce brakuje opracowań literaturowych dotyczących edukacyjnych aspektów zielonej chemii, aczkolwiek w niektórych publikacjach poświęconych zielonej chemii zagadnienia te są sygnalizowane. Np. w Stanach Zjednoczonych ukazało się wiele pozycji z tego zakresu (przykładowo Anastas, Levy, Parent, 2009; Hjeresen, Schutt, Boese, 2000). Tematyka zielonej chemii znalazła się w programach kształcenia na wyższych uczelniach. Najczęściej *Zielona chemia* występuje jako odrębny przedmiot, ale jej elementy mogą być obecne w programach innych przedmiotów chemicznych (i nie tylko). Np. w Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie realizowany jest przedmiot *Zielona chemia* w ochronie środowiska na kierunku Ochrona Środowiska. Niestety w obowiązujących *Podstawach programowych* dla przedmiotu *Chemia* na poziomie gimnazjum i szkół ponadgimnazjalnych nie znalazła się nawet wzmianka o zielonej chemii. Jednak nie stoi nic na przeszkodzie, aby nauczyciel chemii przy konkretnych tematach nawiązywał krótko (ze względu na ograniczone ramy czasowe) do programu zielonej chemii. Istnieje możliwość włączenia tematyki zielonej chemii do programu nauczania *Przyrody* na IV etapie edukacyjnym, ponieważ ustawodawca dopuszcza realizację wątku tematycznego zaproponowanego przez nauczyciela przyrody. Jak wspomniano wcześniej, chemia nie cieszy się dobrą opinią wśród szerokich rzesz społeczeństwa. Propagowanie idei Zielonej chemii mogłoby poprawić jej wizerunek. Szczególną rolę w tym zakresie powinny odegrać środki masowej informacji.

Wnioski

Propagowanie osiągnięć *Zielonej chemii* niewątpliwie może przyczynić się do zmiany negatywnego społecznego odbioru szeroko pojętej chemii. Działania

edukacyjne w tym zakresie powinny być prowadzone w szkołach różnych szczebli, na studiach (szczególnie na kierunkach chemicznych) oraz wśród szerokich kręgów społeczeństwa (np. z wykorzystaniem mass mediów). Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na oczekiwania takich działań.

Literatura

- Anastas P. T., Levy I. J., Parent K. E. (red.). (2009). *Green Chemistry Education. Changing the Course of Chemistry*, Washington DC: ACS Publications.
- Anastas P.T., Warner J.C. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*, New York: Oxford University Press,
- Atkins (2012). *Chemia w Szkole*, nr 2, 32-38.
- Breslow R. (1996). *Chemical & Engineering News*, 74(1), 2. Za: P. Strążewski “W obronie chemii” <http://www.chemie.unibas.ch/~strazi/abstracts/WObronieChemii.pdf>
- Brock W.H. (1999). *Historia chemii*, Warszawa: Prószyński i S-ka,
- Hjeresen D. L., Schutt D. L., Boese J. M. (2000). *Green Chemistry and Education, Journal of Chemical Education*, Vol. 77, No. 12.
- Puchała Cz. (2014). Rola zielonej chemii w działaniach na rzecz zwiększenia bezpieczeństwa chemicznego, *Prace Naukowe Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie – Technika, Informatyka, Inżynieria Bezpieczeństwa*, t II, 277-286.).
- Puchała Cz. (2013). Przegląd działań zmierzających do zmniejszenia zagrożeń chemicznych, *Prace Naukowe Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie – Technika, Informatyka, Inżynieria Bezpieczeństwa*, t. I, 171-181.
- Waldner R. (1996). *Chimia*, 50(5), 189-190. Za: P. Strążewski “W obronie chemii” <http://www.chemie.unibas.ch/~strazi/abstracts/WObronieChemii.pdf>
- Taniewski M. (2011). *Technologia chemiczna w epoce zrównoważonego rozwoju* [w:] Misja nauk chemicznych (red. B. Marciniak), Poznań: Wydawnictwo Nauka i Innowacje,
- Zieliński S. (2010). Ryzyko chemiczne. Ocena i zarządzanie, *Chemik*, t.64, nr 12, s.799 – 804.

Czesław Puchała, Wioletta Pikiel

*Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie, Polska
Instytut Chemii, Ochrony Środowiska i Biotechnologii*

cz.puchala@ajd.czest.pl