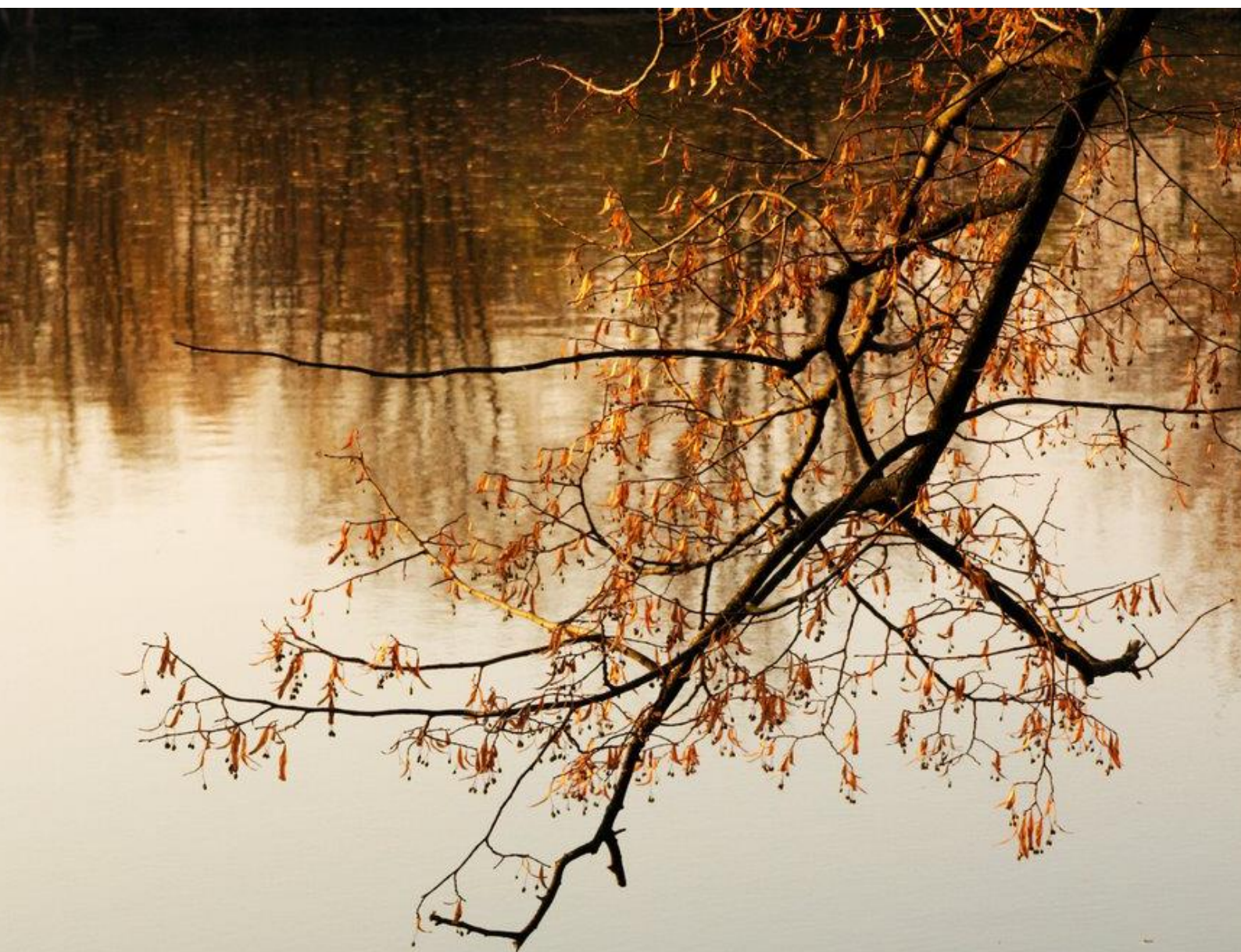
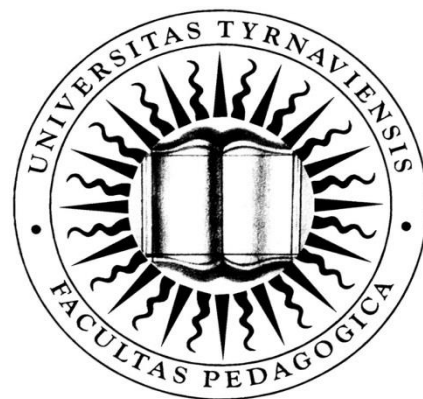


# biológia ekológia chémia



časopis pre školy  
ročník 17  
číslo **2**  
2013

# biológia ekológia chémia

časopis pre školy  
ročník 17

číslo 2  
2013

ISSN 1338-1024

## rubriky

### DIDAKTIKA PREDMETU

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

### ZAÚJÍMAVOSTI VEDY

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

### NOVÉ UČEBNICE

nové učebnice z biológie, ekológie,  
chémie

### INFORMUJEME A PREDSTAVUJEME

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

### NAPÍSAI STE NÁM

námety, otázky čitateľov

### OLYMPIÁDY A MIMOŠKOLSKÉ AKTIVITY

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

### RECENZIE

posúdenie nových publikácií z odborov

### OSOBNOSTI A VÝROČIA

profil osobností z chemických  
a biologických vied, jubileá

### NÁZORY A POLEMIKY

diskusia z korešpondencie čitateľov

### NÁPADY A POSTREHY

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

### PREČÍTALI SME ZA VÁS

upozornenie na zaujímavé články,  
knihy, weby

## slovo na úvod

Pred rokom sme na tomto mieste vyjadrili podporu slovenským učiteľom v ich  
snažách o lepšie postavenie v spoločnosti. Slobodu a nezávislosť vedeckého  
bádania považujeme za základné atribúty práce vedcov. Preto uvádzame časť z  
príspevku **Michele Catanzaro Sekulárni vedci v Turecku sa bránia kontrole  
vládou**, uvedeného v júli 2013 na portáli britskej Kráľovskej vedeckej spoločnosti  
*Chemistryworld* ([http://www.rsc.org/chemistryworld/2013/07/secular-academics-  
get-organised-turkey](http://www.rsc.org/chemistryworld/2013/07/secular-academics-get-organised-turkey)).

Rastúca nespokojnosť s prístupom tureckého premiéra Recep Tayyipa Erdoğan-  
a na vede a vedcom sa prejavila 6. júna 2013, keď sa približne 2000 vedcov zú-  
častnilo na pochode cez istanbulske námestie Taksim. Neskôr v júni bola turecká  
vedecká komunita šokovaná správou, že prominentný chemický inžinier Kemal  
Gürüz sa vo väzení pokúsil o samovraždu. 65-ročný Kemal Gürüz je bývalý prezi-  
dent tureckej Rady pre vysokoškolské vzdelávanie a tureckej hlavnej Rady pre  
výskum, TÜBİTAK. Vo väzení je už od júna 2012.

V predchádzajúcom mesiaci bol Gürüz obvinený z údajného pokusu o prevrat.  
Jeho stúpenci však tvrdia, že obvinenie je trestom za jeho otvorenú sekularitu.  
„14. júna bolo viac než 30 ľudí čeliacich rovnakému obvineniu prepustených a  
môžu čakať na proces na slobode. On však prepustený nebol, čo uňho viedlo  
depresii a snahe podrezať si žily úlomkom skla“, povedala jeho manželka **Güniz  
Gürüz**, bývalá profesorka chemického inžinierstva na *Middle East Technical Uni-  
versity* v Ankare.

Rozkol medzi sekulárnymi a religióznymi vedcami v Turecku nastal v roku 2011,  
keď odstúpila takmer polovica členov Tureckej akadémie vied TÜBA na protest  
proti vládnym zásahom. V decembri niektorí z týchto akademikov založili novú  
nezavislú akadémiu **Bilim Akademisi**. K rozkolu došlo potom, ako Erdoğan v  
auguste 2011 vyhlásil, že noví členovia akadémie budú navrhovaní vládnymi  
inštitúciami a nie členmi akadémie. „*Prominentní vedci tvoria zanedbateľnú men-  
šinu medzi novozvolenými členmi TÜBA, čo je tragické*“, hovorí **Ersin Yurtsever**,  
teoretický chemik a profesor na Koç University v Istanbuli, jeden zo zakladateľov  
novej Bilim Akademisi. „*Nová akadémia nie je opozíciou proti ničomu, chce len  
byť nezávislá*.“

„*Vláda sa snaží prevziať kontrolu nad všetkým tak, že všade pretláča svojich ľudí*“,  
hovorí **Mahir Arikol**, chemický inžinier a emeritný profesor na Bosporskej univer-  
zite. Rektori verejných škôl sú v Turecku menovaní prezidentom republiky po  
voľbe profesormi. Avšak v roku 2012 bol na Univerzite Gezi v Ankare vymenova-  
ný kandidát, ktorý skončil v hlasovaní profesorov až na piatom mieste, hovorí prof.  
Yurtsever. Hoci takýto posun nie je nelegálny, niektorí vedci si myslia, že ide o  
politické tlaky.

Nová Bilim Akademisi má 120 členov. Začala organizovať letné školy a konferen-  
cie pre verejnosť a programy pre podporu mladých vedcov. Je financovaná člen-  
skými príspevkami, darmi a výnosmi svojich aktivít.

„*Na jeseň vyšleme do Turecka delegáciu na rozhovory s oboma akadémiami –  
TÜBA aj Bilim*“, hovorí Matthias Johannsen, výkonný sekretár celoeurópskej aka-  
adémie **All European Academies (ALLEA)**, organizácie, v ktorej je TÜBA dlho-  
ročným členom a do ktorej sa prihlásila aj Bilim Akademisi. V októbri minulého  
roku ALLEA poslala list tureckému prezidentovi, v ktorom vyslovuje starosti o  
nezávislosť TÜBA. Johannsen hovorí, že preveria štatúty oboch akadémii a v  
apríli 2014 prijme rozhodnutie generálne zhromaždenie ALLEA.

„*Prominentní vedci nechcú vstupovať do novej akadémie, pretože sa obávajú  
potrestania tým, že ich projekty nebudú financované*“, hovorí prof. Yurtsever.  
„*Niekoľko prípadov vyšetrovania a znevažovania sekulárnych profesorov vyvoláva  
veľké obavy a vedie k autocenzúre*“.

„*Chémia ako základná vedecká disciplína nepociťuje veľa politických tlakov, na  
rozdiel od vedcov v spoločenských vedách*“, vraví prof. Yurtsever. V tomto roku  
turecká Rada pre výskum odmietla financovať workshop o kvantitatívnej evolučnej  
biológii so zdôvodnením, že „evolúcia je kontroverznou záležitosťou“. V januári  
knihy o evolúcii zmizli z jej zoznamu populárnej vedeckej literatúry.

Veríme, že tureckým kolegom sa podarí ubrániť slobodu pre svoju prácu a tiež, že  
ich podpora vedci i vlády krajín, kde je nezávislosť vedeckého bádania samo-  
zrejmosťou a nie je obmedzovaná ideologickými zásahmi z akejkolvek strany  
(prípadne aj naša vláda, ktorá sa zatiaľ nepochopiteľne postavila na stranu turec-  
kého premiéra a tiež sa snaží miešať sa do práce vedcov, napríklad vymýšľaním  
Starých Slovákov, žijúcich vtedy, keď slovo národ ešte neexistovalo).

Ján Reguli



## vydavateľ

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



## redakcia

Trnavská univerzita v Trnave  
Pedagogická fakulta  
Katedra chémie

## editor čísla

PaedDr. Mária Orolínová, PhD.

## redakčná rada

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

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

**ISSN 1338-1024**



## obsah

### DIDAKTIKA PREDMETU

2

**Názory učiteľov na súčasné vyučovanie biológie na gymnáziách**

6

**Mediálna výchova ve výuce chemie**

8

**Prírodné vedy v školskom systéme Nórska**

### ZAÚJÍMAVOSTI VEDY

14

**Ľalokyaníny – zlúčeniny 21. storočia na báze porfyrínov**

19

**Omrivky z histórie stereochemie**

### INFORMUJEME, PREDSTAVUJEME

23

**Projekty zamerané na výučbu vodných ekosystémov na Slovensku**

27

**Vzdelávanie učiteľov biológie o vodných ekosystémoch**

### NÁMETY A POSTREHY

29

**Príklad využitia školského počítačového meracieho systému vo vyučovaní chémie**

### NÁZORY A POLEMIKY

32

**Ako prispievajú k miskoncepciám učebnice chémie**

## pokyny pre prispievateľov

Príspevky musia byť dodané v elektronickej verzii na CD alebo mailom na adresu [bech@truni.sk](mailto:bech@truni.sk) a jedna kópia v tlačenej podobe.

Príspevky píšete v textovom editore s výstupom vo formáte .rtf, .doc alebo .odt.

Autori na konci príspevku uvedú celé meno, priezvisko a titul, adresu pracoviska, pracovné zaradenie a na konci príspevku sa podpíšu.

Vedecké štúdie a odborné príspevky by mali mať rozsah 5 až 8 normostrán (jedna normostrana zodpovedá 30 riadkom po 60 znakov vrátane medzier).

Príspevky informačného charakteru by nemali byť dlhšie ako 3 normostrany.

Zoznam literatúry je potrebné obmedziť len na najnutnejší rozsah a pramene citovať podľa normy STN ISO 690. Privítame dodanie obrazového materiálu v dobrej kvalite. Príspevky sú recenzované. Nevyžiadané rukopisy nevraciam.

Podrobnejšie pokyny nájdete na stránkach časopisu.

# Názory učiteľov na súčasné vyučovanie biológie na gymnáziách

RNDr. Soňa Nagyová, PhD.  
Mgr. Michaela Hroboňová

Katedra didaktiky prírodných vied,  
psychológie a pedagogiky,  
Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava  
nagyova@fns.uniba.sk

## Abstrakt

Revízia ŠVP ISCED 3A – Biológia, ktorá bude prebiehať v šk. r. 2013/2014 si vyžaduje znalosť stavu vyučovania biológie na gymnáziách na Slovensku. V našom príspevku sa zaoberáme výsledkami prieskumu, v ktorom sme zisťovali názory učiteľov na výučbu biológie po rozbehnutí novej školskej reformy. Prieskum, ktorého sa zúčastnilo 70 učiteľov biológie zo všetkých krajov Slovenska, sme realizovali pomocou dotazníkovej metódy. Anonymný dotazník pozostával z uzavretých aj otvorených položiek.

## Úvod

V mesiacoch február – jún 2013 prebiehal prieskum učiteľov biológie, zameraný na zistenie ich spokojnosti so súčasným stavom vyučovania biológie na gymnáziách. Oslovili sme učiteľov biológie z náhodne vybraných slovenských gymnázií (počet gymnázií cca 90, ich výber bol za jednotlivé kraje rovnomerný). Prieskum sme realizovali dotazníkovou metódou (Prokša a kol.,

2008). Dotazník pozostával z otvorených aj uzatvorených položiek, bol vytvorený v tlačenej aj elektronickej podobe. Od učiteľov sme očakávali väčší záujem o vyplnenie anonymného dotazníka, aj keď nevieme presne určiť percento jeho návratnosti, pretože okrem oslovenia konkrétnych učiteľov náhodne vybraných škôl sme v prípade elektronickej verzie dotazníka oslovovali učiteľov prostredníctvom vedenia školy (nevieme, koľko učiteľov bolo vedením škôl oslovených).

## Charakteristika výskumnej vzorky

Z demografických údajov uvádzame kraj, pohlavie a vek. Súbor respondentov tvorilo 70 učiteľov biológie, z toho 62 žien (88,6 %) a 8 mužov (11,4 %).

Priemerná pedagogická prax našich respondentov bola 16,1 roka. Zastúpenie učiteľov výskumnej vzorky podľa krajov je vyjadrené v Grafe 2.

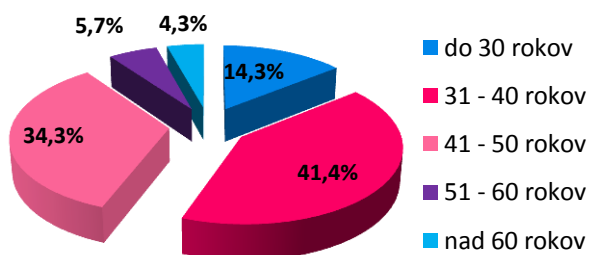
Tab. 1 Počty a percentuálne zastúpenie respondentov v jednotlivých vekových kategóriách a na základe pohlavia

| Počet probandov |       |               |       |               |       |               |      |              |      |       |       |
|-----------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|------|--------------|------|-------|-------|
| do 30 rokov     |       | 31 – 40 rokov |       | 41 – 50 rokov |       | 51 – 60 rokov |      | nad 60 rokov |      | mužov |       |
| 10              | 14,3% | 29            | 41,4% | 24            | 34,3% | 4             | 5,7% | 3            | 4,3% | 8     | 11,4% |
|                 |       |               |       |               |       |               |      |              |      | 62    | 88,6% |

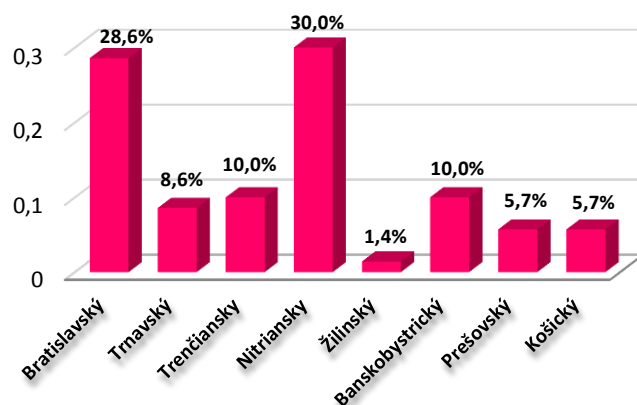
Tab. 2 Zastúpenie respondentov podľa jednotlivých krajov Slovenska

| Kraj         |       |          |      |             |       |            |       |          |      |                 |       |           |      |         |      |
|--------------|-------|----------|------|-------------|-------|------------|-------|----------|------|-----------------|-------|-----------|------|---------|------|
| Bratislavský |       | Trnavský |      | Trenčiansky |       | Nitriansky |       | Žilinský |      | Banskobystrický |       | Prešovský |      | Košický |      |
| 20           | 28,6% | 6        | 8,6% | 7           | 10,0% | 21         | 30,0% | 1        | 1,4% | 7               | 10,0% | 4         | 5,7% | 4       | 5,7% |

Graf 1 Rozdelenie respondentov podľa veku



Graf 2 Percentuálne zastúpenie respondentov podľa krajov

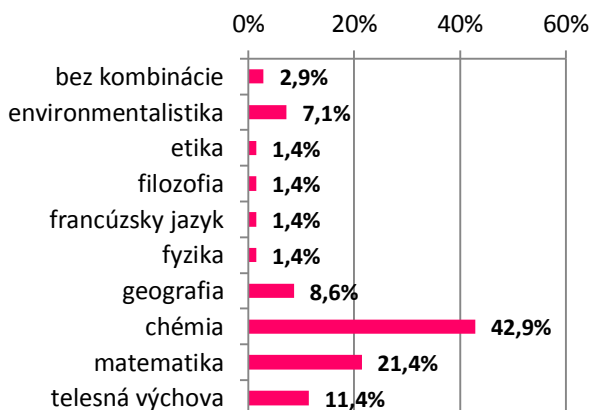


## Vyhodnotenie prvej časti dotazníka

V našom súbore prevažovali učitelia, ktorých druhým aprobačným predmetom bola chémia (až 42,9 %). V pomerne hojnom zastúpení boli aj učitelia s druhým aprobačným predmetom – matematika (21,4 %). Z celkového súboru respondentov dvaja uviedli existenciu tretieho aprobačného predmetu (v prvom prípade anglický jazyk, v prípade druhom výtvarná výchova) – Graf 3.

V prvej časti dotazníka sme sa zamerali predovšetkým na učivo biológie tretieho ročníka gymnázia.

Graf 3 Druhý aprobačný predmet učiteľov biológie



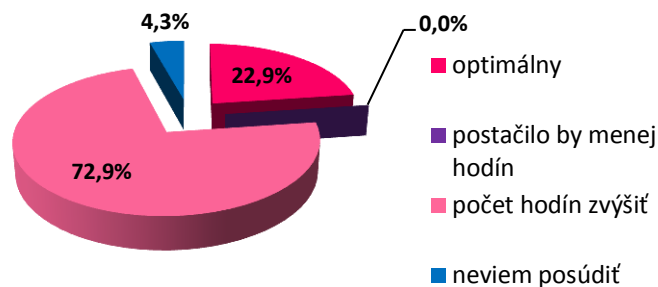
Pre 3. ročník (ISCED 3A) je určených 33 hodín, t.j. 1 hodina týždenne. Tematické celky sú nasledovné: Orgánové systémy (20 hodín), Zdravý životný štýl (8 hodín), Základy poskytovania prvej pomoci (5 hodín). Či pokladajú učitelia biológie stanovený počet hodín pre uvedené tematické celky za optimálny, vidíme z nasledujúcich grafov (Graf 4, 5 a 6).

Na vyučovaní tohto tematického celku až 72,9 % opýtaných navrhuje zvýšiť počet hodín. Učitelia uvádzajú, že pri takom malom počte hodín a takom množstve učiva, sprístupnené poznatky majú pre žiakov iba informačný charakter. Niektorí učitelia nedostatočný počet hodín kompenzujú obsahovou úpravou učiva (napr. funkčne spájajú prvú pomoc pri jednotlivých orgánových sústavách). Niektorí učitelia navrhujú pridať práve k orgánovým sústavám zásady prvej pomoci a zamerať sa najmä na jej praktickú časť, čo si vyžaduje zvýšenie počtu hodín, predovšetkým na praktické cvičenia. Iba 22,9 % učiteľov považuje vymedzených 20 hodín za optimum. K otázke sa nevedelo vyjadriť 4,3 % učiteľov, nikto nebol za zníženie už aj tak nízkeho počtu hodín (Graf 4). Tematickému celku *Zdravý životný štýl* (3. ročník gymnázia) je venovaných 8 vyučovacích hodín. 50,0 % respondentov považuje stanovený počet hodín za optimálny; 15,7 % učiteľov navrhuje zvýšenie počtu hodín. Až 27,1 % opýtaných súhlasí s názorom, že by na sprístupnenie učiva postačilo aj menej hodín, „ušetrené“ hodiny by radšej presunuli k tematickému celku Orgá-

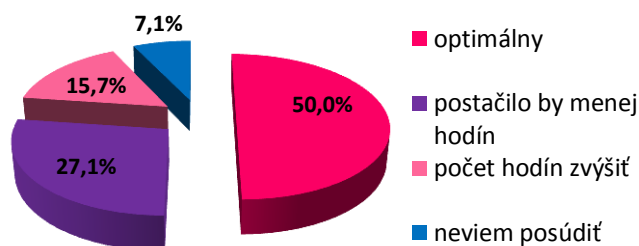
nové sústavy. 7,1 % učiteľov nevedelo posúdiť, či je 8 hodín na vyučovanie t. c. Zdravý životný štýl dostačujúci (Graf 5).

Pre tematický celok *Základy poskytovania prvej pomoci* je určených 5 vyučovacích hodín. Až 55,7 % učiteľov označilo, že tento počet hodín je optimálny; s nižším počtom hodín by sa uspokojilo 7,1 % učiteľov. Zvýšenie počtu hodín požaduje 30,0 % opýtaných a 7,1 % respondentov sa nevedelo k otázke vyjadriť (Graf 6).

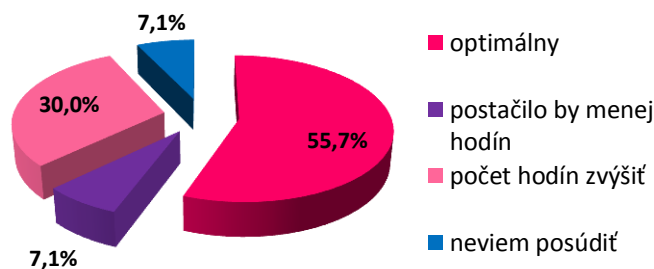
Graf 4 Názory učiteľov na stanovený počet vyučovacích hodín pre t. c. Orgánové systémy (20 hodín)



Graf 5 Názory učiteľov na stanovený počet vyučovacích hodín pre t. c. Zdravý životný štýl (8 hodín)



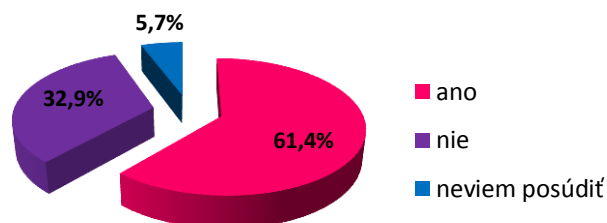
Graf 6 Názory učiteľov na stanovený počet vyučovacích hodín pre t. c. Základy poskytovania prvej pomoci (5 hodín)



O tom, či považujú naši respondenti výkonovú časť ISCED 3A (biológia) pre 3. ročník za vhodne spracovanú, vypovedá Graf 7.

Za daných podmienok považuje 61,4 % respondentov výkonový štandard (biológia ISCED 3A, 3. ročník) za vhodne spracovaný. Nesúhlas vyjadrilo 32,9 % učiteľov a 5,7 % respondentov vhodnosť spracovania nevedelo posúdiť.

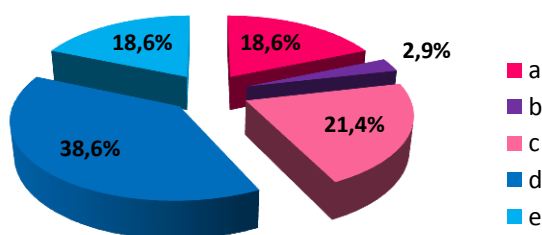
**Graf 7** *Názory učiteľov na vhodnosť spracovania výkonnej časti ISCED 3A – BIOLÓGIA (3. ročník)*



Ako vidíme z Grafu 7, takmer tretina respondentov nepovažuje výkonovú časť učiva biológie pre 3. ročník gymnázia za vhodne spracovanú a preto navrhujú určité zmeny (citujeme): *pridať hodiny, pretože na 1-hodinovú dotáciu za týždeň je obsah učiva predimenzovaný (a ďalšiu redukciu učiva už učitelia neodporúčajú); logickejšie usporiadať učivo (resp. niektoré časti sú spracované dôkladnejšie, iné povrchnejšie); výkony je potrebné viac konkretizovať; pridať hodiny na praktické cvičenia.*

Na otázku, ktoré témy by učitelia pridali, vynechali, prípadne ako by upravili obsah učiva biológie v 3.roč. gymnázia, odpovedali respondenti nasledovne (Graf 8):

**Graf 8** *Názory respondentov na spracovanie obsahového štandardu biológie (3. r. gymnázium)*



Keďže ide o položku s voľnou odpoveďou, odpovede respondentov sme museli kategorizovať. Analýzou odpovedí sme vytvorili nasledovné kategórie:

- navrhujem určité zmeny (napr. zmena štruktúry učiva, hodinovej dotácie a i.)
- navrhujem redukciu (niečo vynechať)
- navrhujem rozšírenie (niečo pridať)
- navrhnutý obsah mi vyhovuje (nič by som nemenil/a)
- neviem sa vyjadriť

Graf 8 vyjadruje odpovede respondentov na otázku spokojnosti s obsahovou stránkou učiva biológie v 3. ročníku gymnázia. 18,6 % opýtaných navrhuje určité zmeny v obsahu, najčastejšie tieto: *keďže redukciu obsahu už učitelia nepripúšťajú, logicky žiadajú zvýšiť počet hodín práve pre tento obsah, pretože stanovené učivo nedokážu s predpísaným počtom hodín zvládnuť; genetiku presunúť z druhého ročníka do tretieho ročníka; prvú pomoc prebrať pri jednotlivých orgánových sústavách, a nielen na teoretickej úrovni, ale precvičiť si to aj na praktických cvičeniach; orgánové sústavy neoddeľovať od spôsobu zdravého životného štýlu, stráca sa tým spojitosť medzi anatómiou, fyziológiou a spôsobom životného štýlu.*

21,4 % učiteľov biológie navrhujú pridať: *na prvom mieste hodiny praktických cvičení; viac času venovať precvičeniu poskytovania prvej pomoci; v zásade rozšíriť informácie ohľadom chorôb jednotlivých orgánových sústav, viac sa venovať, prevencii ochorení, návrhy na liečbu, aktuálne údaje o výskyte ochorení, viac príkladov z praxe atď.; samostatne sa venovať onkologickým ochoreniam; viac sa venovať plánovanému rodičovstvu; do obsahu zaradiť témy o evolúcii človeka (pôvod a vývoj človeka), aspoň stručná informácia o živočíšnych predchodcoch a objavila sa aj požiadavka učivo o bunke presunúť do 1. ročníka gymnázia.*

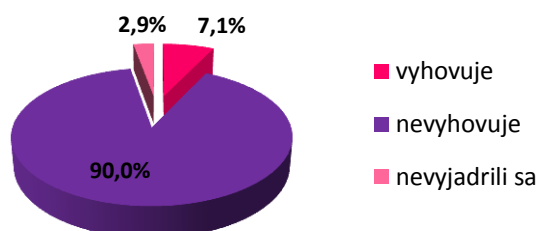
Iba 2,9 % učiteľov navrhuje redukciu učiva, a to nasledovne: *vynechať prvú pomoc, podľa niektorých z nich sa učí na hodinách telesnej výchovy; vynechať pohlavnú sústavu, touto témou sa zaoberá výchova k manželstvu a rodičovstvu a náuka o spoločnosti.* Navrhnutý obsah učiva vyhovuje 38,6 % opýtaných, pretože tento obsah pokladajú za dôležitý. 18,6 % respondentov sa k danej otázke nevedelo vyjadriť.

## Vyhodnotenie druhej časti dotazníka

V druhej časti dotazníka sme sa venovali otázkam vyučovania biológie, ktoré neboli viazané na konkrétny ročník.

Na otázku, *či učiteľom vyhovuje učenie biológie "po ekosystémoch"* sme dostali nasledovné odpovede (Graf 9):

**Graf 9** *Vyučovanie biológie „po ekosystémoch“*



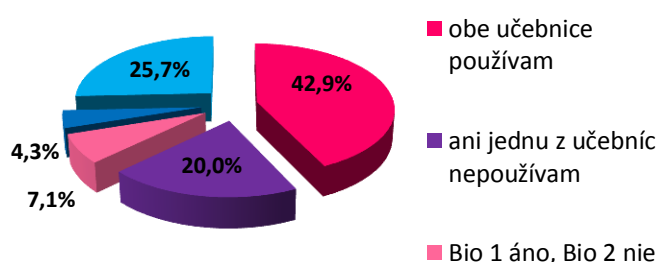


Z Grafu 9 vidno, že učitelia našej výskumnej vzorky nie sú spokojní so zmenou spôsobu výučby prostredníctvom ekosystémov. Tento nový spôsob výučby vyhovuje iba 7,1 % respondentom. Pozitívum vidia v tom, že (citujeme): *žiaci chápu biológiu v širšom kontexte a žiaci nie sú zaťažovaní systematikou (či už rastlín alebo živočíchov); učivo nie je predimenzované novými pojmami, žiaci sa predtým zbytočne veľa učili, aj tí, ktorí nešli maturovať z biológie.*

Väčšine učiteľov (90,0 %) tento spôsob výučby nevyhovuje, radšej by sa vrátili k pôvodnému členeniu učiva na bunku, rastliny, živočích, huby, človeka atď. Výhrady sú nasledovné (citujeme): *žiaci neovládajú systém rastlín a živočíchov ani na základnej úrovni, majú v tom chaos a nie systém; vedomosti žiakov sú povrchné, chaotické, „rozbité“, nesystematické; žiaci nemajú prehľad, nevedia si vytvoriť logické väzby; zbytočne sa opakujú tie isté informácie resp. rovnaké témy na viacerých miestach a žiakov to nebaví; skáčeme z témy do témy; niekedy ich učíme veľmi jednoduché veci a učiteľ musí hľadať ďalšie informácie, aby žiakov zaujal; duplicita; bez vedomostí zo všeobecnej a systematickej biológie absolútne nevyhovujúce; oveľa lepšie je spracovaný mikrosvet; tento spôsob výučby je vhodnejší na ZŠ ako na gymnázium; ekosystémy sa dajú včleniť do učiva aj bez toho, aby to bolo podľa nich delené; predchádzajúci systém bol logickejší, ekosystémy by skôr volili na záver v poslednom ročníku ako také zhrnutie.* Dopátrali sme sa aj k informácii, že veľa kolegov z iných škôl vôbec neučí „po ekosystémoch“, stále idú podľa „starého“. 2,9 % respondentov sa k danej otázke nevyjadrili.

Výsledky odpovedí respondentov na otázku používania nových učebníc biológie uvádza Graf 10.

**Graf 10 Používanie nových učebníc biológie pre gymnázia (Bio 1, Bio 2)**



Z prieskumu vyplýva, že 42,9 % pedagógov používa obidve nové učebnice biológie. Približne štvrtina opýtaných (25,7 %) používa uvedené učebnice iba ako doplnok, nakoľko k výučbe využívajú sadu starších učebníc (Biológia 1 – 8 od autorov Ušáková a kol.). 20,0 % učiteľov nepoužíva ani jednu

z nových učebníc biológie. Z nových učebníc používa iba Biológiu 1 – 7,1 % učiteľov, iba Biológiu 2 zasa 4,3 % učiteľov.

Učitelia mali možnosť voľne sa vyjadriť k novým učebniciam biológie. K učebnici BIOLÓGIA 1 najčastejšie odznela kritika k jej nejednotnému spracovaniu v tom zmysle, že každá téma je spracovaná na rôznom stupni náročnosti, učivo je rozhádzané, chaotické, zle sa v učebnici orientuje. Ďalšia kritika viedla k náročnosti učiva, ktoré je na mnohých miestach spracované na nízkej úrovni (pre základné školy); ak sa tam vyskytujú zložitejšie pojmy, nie vždy sú dostatočne alebo vhodne vysvetlené; síce je tu viac obrázkov, často však na úkor textu; učebnica je vhodnejšia pre odbornú školu, ale nie pre gymnázium; keď žiak napr. ochorie, nie je schopný sám s učebnicou pracovať. Naopak, učitelia ktorí učebnicu s obľubou používajú, sú s ňou spokojní, oceňujú množstvo obrázkov, fotografií a schém, čím učebnica podľa nich v plnej miere spĺňa zásadu názornosti. Niektorí učitelia sú toho názoru, že nie je problém s učebnicou, ale s celkovou koncepciou biológie v 1. ročníku gymnázia.

Učebnicu BIOLÓGIA 2 hodnotia učitelia ako výbornú, pekne ilustrovanú s množstvom problémových úloh a námetov na školské projekty. Niektorým sa zdá byť učivo genetiky trochu náročné, iní si zasa pochvaľujú zaradenie nových poznatkov z tejto vednej disciplíny. Ako sa pracuje s touto učebnicou, mnohí nevedia, nakoľko v čase, keď sme prieskum začali realizovať, mnohí z nich túto učebnicu ešte nemali k dispozícii a ak aj mali, bol to krátky čas na to, aby mohli vysloviť svoje závery. Vo všeobecnosti sa učiteľom táto učebnica páči a mnohí sa tešia, keď s ňou budú nasledujúci školský rok pracovať. V závere dotazníka sa mohli respondenti vyjadriť k čomukoľvek, čo sa týka vyučovania biológie na gymnázium. Z ich odpovedí vyberáme názory a návrhy na zlepšenie, ktoré sa vyskytli najčastejšie:

- *nová školská reforma podporuje u žiakov povrchnosť,*
- *na stanovené množstvo učiva je pridelených málo vyučovacích hodín, učitelia žiadajú zvýšiť počet hodín, redukovať sa už nemá čo; bezpodmienečne pridať aspoň 1 hodinu do 3. ročníka; vrátiť sa k pôvodnému počtu hodín,*
- *ak máme hovoriť o patologických javoch v spoločnosti, o bulímii, anorexii a i. – potrebujeme väčší počet hodín – o týchto témach je potrebné viesť diskusiu a nielen podať strohé informácie, a to si vyžaduje časový priestor,*
- *niektoré témy navrhujeme presunúť do iného ročníka – napr. genetika z 2. do 3. ročníka, učivo o bunke presunúť do 1. ročníka,*
- *pridať do ŠVP hodiny praktických cvičení (vedenie školy v rámci ŠKVP pridelujú hodiny skôr jazykom),*
- *pred reformou bolo učivo logickejšie usporiadané,*
- *ekosystémy zmeniť na systémy rastlín, húb a živočíchov..., a začať od bunky;*

- *vrátiť sa k predošlému usporiadaniu učiva – je potrebné sa vrátiť späť k systému a upustiť od ekosystémov,*
- *učivo sa sústredilo na množstvo nepodstatných encyklopedických detailov bez zdôraznenia širších súvislostí a základných smerov vývoja,*
- *učivo 1. ročníka sa zdá byť niektorým učiteľom príliš „rozprávkové“ na rozdiel od učiva v 2. ročníku, ktoré sa javí zasa príliš „realistické“, je tam toho veľa vzhľadom k tak nízkemu počtu hodín a žiakov to demotivuje,*
- *pán minister tvrdí, že treba posilniť prírodovedné predmety, tak by učitelia uvítali, ak by sa biológia vrátila k pôvodnej dotácii, aby bol priestor na praktické aktivity, pokusy, projekty, včleňovanie globálnych problémov a pod.,*
- *nedostupnosť učebníc, resp. nespokojnosť s kvalitou už existujúcich učebníc; zmeniť „filozofiu“ reformy,*
- *učitelia vyjadrujú nespokojnosť s novou školskou reformou, a to vo všeobecnosti, nielen v predmete biológia.*

## Záver

V závere tohto príspevku by som sa chcela veľmi pekne poďakovať všetkým učiteľom, ktorí si našli čas a vyplnili dotazník, či už v tlačenej alebo elektronickej podobe. Vaše názory si veľmi ceníme. Výsledky tohto prieskumu predložíme Predmetovej komisii biológie ŠPÚ, ktoré poslúžia ako podklad pri revízii ŠVP ISCED 3A - BIOLOGIA.

## Literatúra

1. VIŠŇOVSKÁ, J.; UŠÁKOVÁ, K.; ČIPKOVÁ, E.; GÁLOVÁ, T.; IHRINGOVÁ E.; KRAJČIOVÁ, D.; MIŠKOVIČOVÁ-HUNČÍKOVÁ, I.; NAGYOVÁ, S.; PIKNOVÁ, Z.; RUŽEKOVÁ, M.; UHEREKOVÁ, M. *Biológia 1. Biológia pre 1. ročník gymnázia*. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, s.r.o., 3. upravené vydanie : Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 2012, 204 s., ISBN 978-80-8091-263-5
2. VIŠŇOVSKÁ, J.; UŠÁKOVÁ, K.; GÁLOVÁ, E.; ŠEVČOVIČOVÁ, A. *Biológia 2. Biológia pre 2. ročník gymnázia a 6. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava : Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1. vydanie, 2012, 176 s., ISBN 978-80-10-02286-1
3. PROKŠA, M.; HELD, L.; HALÁKOVÁ, Z.; TÓTHOVÁ, A.; OROLINOVÁ, M.; URBANOVÁ, A.; ŽOLDOŠOVÁ, K. *Metodológia pedagogického výskumu a jeho aplikácia v didaktikách prírodných vied*. Bratislava: Univerzita Komenského, 2008. 229 s., ISBN 978-80-223-2562-2

DIDAKTIKA PREDMETU

CHÉMIA

# Mediální výchova ve výuce chemie

doc. RNDr. Marie Solárová, PhD.

Přírodovědecká fakulta  
Ostravská univerzita v Ostravě, ČR  
marie.solarova@osu.cz

## Abstract

Media education as a topic of General educational programs can also be applied in the teaching of chemistry, both work with information and by creating of own media messages. The media education is given by two circuits, i.e. strengthening of media literacy and creating of own media messages. The paper focuses on specific cases of both circuits.

## Úvod

Medializace patří k jednomu z charakteristických rysů současné společnosti. Medializací se rozumí skutečnost, že stále více společensky významných, komunikačních aktivit (ekonomické, politické i kulturní povahy) se odehrává prostřednictvím těchto médií, a tedy s jejich aktivní účastí<sup>1</sup>. Medializace v podobě masmédií ovlivňují celou společnost a je tedy zřejmé, že ovlivňují také myšlení a chování žáků. Možná proto se mediální výchova jako nový fenomén objevuje začátkem tohoto století také jako průřezové téma Rámcových vzdělávacích programů. Cílem mediální výchovy je vybavit žáka základní úrovní mediální gramotnosti. Ta zahrnuje osvo-

jení si některých základních poznatků o fungování a společenské roli současných médií, ale také získání dovedností podporujících poučené, aktivní a nezávislé zapojení jednotlivce do mediální komunikace<sup>2</sup>. Především se jedná o schopnost analyzovat nabízená sdělení, posoudit jejich věrohodnost a vyhodnotit jejich komunikační záměr. Proto je mediální výchova náplní jednoho z předmětů v rámci navazujícího magisterského studia učitelství chemie na KCH PřF OU v Ostravě.

Mediální výchova jako průřezové téma je daná dvěma okruhy, a to posilování mediální gramotnosti a tvorba vlastního mediálního sdělení.

## Posilování mediální gramotnosti

Chceme-li žáky vybavit základní úrovní mediální gramotnosti, je vhodné přistupovat k jednotlivým tematickým okruhům tak, aby žáci dostali příležitost:

- získat a uplatnit základní poznatky o fungování médií,
- orientovat se v jejich nabídce a



- především získat od nich kritický odstup při jejich využití jako zdroje informací.

Využití potenciálu medií jako zdroje informací lze aplikovat ve výuce chemie různými způsoby. Pro ilustraci je uvedena reklama a dokument.

## Reklama

Ve sdělovacích prostředcích se žáci setkávají velmi často s chybnou nebo nepřesně formulovanou reklamou, která má chemický základ (např. známá reklama na „mýdlo pH = 5,5“ nebo „jogurt bez chemie“, „pH v ústech“ apod.). Proto by měli učitelé žáky ve výuce chemie upozorňovat na tyto chyby, nepřesnosti a rozporuplnou problematiku, viděnou v reklamách rozvíjet se správným chemickým vysvětlením jako aplikační problematiku ve výuce chemie. Příkladem může být reklama na SAVO, která se dá zařadit k tematickému celku Halogeny nebo dokument Ropáci k problematice znečištění životního prostředí, popř. k problematice plastů.

### Téma: Halogeny (námět Táňa Halfarová)

- Sledujte pozorně reklamu <http://www.youtube.com/watch?v=XeX4mJ3wGRY> a zdůvodněte, v čem je chybná (*Jedná se o reklamu na SAVO, který nelze využít k desinfekci bazénu*). Na základě uvedené reklamy je možno učivo prohloubit o následující otázky:
- Které prostředky se k desinfekci bazénů používají a jak se jejich účinek liší od účinků SAVA? Vyhledejte jejich obchodní názvy.
- Proč má chlor obsažený v SAVU desinfekční účinky?

Je také vhodné tuto problematiku „obohatit“ chemickým pokusem:

<http://www.e-chembook.eu/databaze-pokusu/duha-z-rajcatove-stavy/>

Tento pokus lze realizovat i se SAVEM.

## Filmový dokument

### Téma: Znečišťování životního prostředí

(námět Veronika Hlubková)

Podívejte se na ukázky filmového dokumentu „Ropáci“

<http://www.youtube.com/watch?v=QuKRw4DUTcc>

- Diskutujte o problematice znečištěného prostředí, především o plastech a jejich možné likvidaci.
- Toto téma nabízí rovněž obohacení problémovou výukou (zvyšování kompetencí k řešení problému):
  - Rozdělte žáky do skupin (ideální jsou 4 – 5 členné skupiny)
  - Vyslovte problém – představte si, že máte neomezené možnosti (organizační i finanční). K čemu a jak byste výhodně využili hromadící se plastové láhve?

- Jednotlivé skupiny připraví návrhy řešení (cca 10 minut)
- O jednotlivých návrzích společně diskutujte.

## Tvorba vlastního mediálního sdělení

Tvorbu vlastního mediálního sdělení lze rozdělit na čtyři části:

- Vlastní mediální sdělení
- Tvorba reklamního sloganu
- Tvorba videoklipu
- Videoukázka popularizační akce

### Vlastní mediální sdělení

Jedná se interdisciplinární spojení rodného jazyka s chemií. Žáci po absolvování akce sepiší článek, který je možno uveřejnit ve školním časopise. Příkladem může být článek o popularizační akci student navazujícího magisterského studia učitelství chemie:

<http://prf.osu.cz/index.php?kategorie=32&id=10389>

### Tvorba reklamního sloganu

Tvorba reklamního sloganu podporuje tvořivé myšlení žáků a zároveň nenásilně posiluje jejich chemické myšlení. Pro jeho tvorbu platí jednoduchá pravidla, která lze najít na:

<http://clanky.rvp.cz/clanek/o/g/8181/VIRTUALNI-HOSPITACE---MEDIALNI-VYCHOVA-REKLAMNI-SLOGAN.html/>

Mezi nejzajímavější slogany, které vytvořili studenti učitelství PřF OU v Ostravě patří:

- „Život bez chemie je jako pivo bez pěny“
- „Jahody v zimě? Ani náhodou! Vaše chemie“

### Tvorba videoklipu

Jedním z videoklipů, které byly vytvořeny na KCH PřF OU v Ostravě, byl videoklip sestavený a realizovaný Bc. Magdalenou Šircovou za asistence kameramana Matěje Klatika (2012), posluchače Fakulty umění OU. K videoklipu byla vytvořena vlastní hudba. Ve videoklipu byly použity efektní pokusy, které byly kameramanem umělecky přetvořeny (např. luminol, sublimace kyseliny benzoové, sopka na stole a apod.).

<http://www.youtube.com/watch?v=1X6L12X7ntQ>

I když je tvorba videoklipu poměrně hodně časově náročná, výsledek většinou stojí za to. Žáci se naučí nejen zařazovat vhodné chemické pokusy podle zvolené hudby, ale také pracovat s kamerou a s programem na úpravu videoklipu.

### Videoukázka popularizačních akcí

Pro popularizaci chemie je nutno také vytvářet videoukázky samotných popularizačních akcí. Výhodou tvorby je fakt, že samotná tvorba je svým způsobem jednoduš-

ší, pretože se jedná „jen“ o sestříhaný záznam popularizační akce. Nevýhodou tvorby je skutečnost, že akci nelze zopakovat, takže je vhodné natáčet na dvě kamery.

Mezi videoukázky tvorby patří beze sporu soubor videozáznamů, které byly vytvořeny u příležitosti tradiční akce Chemie na Slezskostravském hradě (autoři: Martin a Marek Muchovi).

[www.chemienahrade.cz](http://www.chemienahrade.cz).

Součástí tohoto portálu jsou také realizované ukázky popularizačních přednášek, popularizačních pokusů v rámci Chemického Jarmarku a popularizačních chemických divadel, které realizují učitelé KCH PŘF OU společně se svými studenty. Také tyto akce mohou být součástí mediální výchovy a zároveň vhodně žáky motivovat.

<http://www.youtube.com/watch?v=HcAWwGyJ30k>.

## Závěr

Dosavadní zkušenosti se zaváděním mediální výchovy do výuky chemie ukazují, že tato forma výuky má svůj velký motivační potenciál a žáci k ní přistupují s větším zájmem, než ke klasické výuce. Pro ilustraci byly uvedeny v článku jen některé možnosti z okruhu využití

mediálních informací (reklama, dokumentární film), které je možno dále rozšířit o rozhlas, pohádku, populární film, apod. a také z okruhu tvorby vlastního mediálního sdělení. I toto je možno rozšiřovat o další možnosti. Záleží jen na kreativě učitele a jejich žáků, jak nabízejí možnost – zavedení mediální výchovy do výuky chemie – využijí.

## Literatura

- JIRÁK, J., WOLÁK, R. (Eds.). *Mediální gramotnost: nový rozměr vzdělávání*. 1. vyd. Praha : Radioservis, 2007, pp. 152. ISBN 978-80-86212-58-6  
<http://clanky.rvp.cz/clanek/o/z/2108/medialni-vychova---ukazka-zpracovani.html/> (citace z. 10. 2. 2013)  
<http://www.youtube.com/watch?v=XeX4mJ3wGRY> (citace z 1. 3. 2013)  
<http://www.e-chembook.eu/databaze-pokusu/duha-z-rajcatove-stavy/> (citace z 25. 3. 2013)  
<http://www.youtube.com/watch?v=1X6L12X7ntQ> (citace z 15. 3. 2013)  
<http://prf.osu.cz/index.php?kategorie=32&id=10389> (citace z 15. 3. 2013)  
<http://clanky.rvp.cz/clanek/o/g/8181/VIRTUALNI-HOSPITACE---MEDIALNI-VYCHOVA-REKLAMNI-SLOGAN.html/> (citace z 10. 1. 2013)  
[www.chemienahrade.cz](http://www.chemienahrade.cz). (citace z 12. 3. 2013)  
<http://www.youtube.com/watch?v=HcAWwGyJ30k>. (citace z 1. 4. 2013)

ZAÚJÍMAVOSTI VEDY

CHÉMIA

# Prírodné vedy v školskom systéme Nórska

Mgr. Jana Bronerská

Katedra chémie, PdF TU v Trnave  
[jana.bronerska@gmail.com](mailto:jana.bronerska@gmail.com)

## Abstract:

This study deals with the general characteristic of Norwegian system of education and with the approach to Science education. Norwegian curricular documents for science (Naturfag) are built up in so called spiral manner, i.e. the main issues of science are repeatedly inserted into curriculum in more and more demanding manner (but still respecting the mental development of pupils.) The aims formulated for particular areas come out of skills which are specified for each subject. The author explains the qualitative change in requirements for pupils' competences on one of the main study area called Researcher. Chosen aims of the Naturfag curriculum area called Phenomena and Substances are put into contrast to Slovak curriculum of Science (ISCED 1) and Chemistry (ISCED 2). The author looks for differences in the content and mode of instruction in the areas mentioned.

## Úvod

„Cieľom prírodovedného vzdelávania nie je znalosť faktov a teórií, ale postup ku kľúčovým myšlienkam, ktoré umožňujú pochopenie javov významných pre život.“ (Principles and big ideas of science education, 2010, s. 2)

Človek je vo svojom každodennom živote obklopený modernými technológiami, ktoré sú produktmi stále sa rozvíjajúcej techniky. Jeho úlohou je prijímať pokrok techniky a získavať alebo rozširovať spôsobilosti, ktoré sú potrebné pre rozvoj osobnosti v tejto oblasti. Je potrebné uvedomovať si nielen pozitívny ale aj negatívny dopad vedy a techniky na spoločnosť a životné prostredie. Schopnosť zvažovať všetky aspekty vedecko-technického rozvoja je obsiahnutá v jednotlivých úrovniach prírodovednej gramotnosti každého človeka. Práve prírodovedná gramotnosť je stále zvýrazňovanou oblasťou, na ktorú nemožno zabúdať pri príprave dokumentov, ktorými sa riadia školské systémy všetkých krajín. Stav prírodovednej gramotnosti je jedným z diskutovaných problémov väčšiny krajín, ktoré opakovane nedosahujú výsledky spadajúce do priemeru testovaných krajín. Evalvačná štúdia PISA hodnotí každé tri roky stav zúčastnených krajín v oblasti čitateľskej, matematickej a prírodovednej gramotnosti a tieto výsledky sú často podnetom pre realizovanie zmien v rámci škol-

ských systémov. Výsledky meraní, uvažujúc len členské krajiny OECD, z roku 2009 sú nasledovné: prvé miesto v oblasti prírodných vied patrí Fínsku, na druhom mieste sa umiestnilo Japonsko a tretie miesto patrí žiakom z Kórei. Žiaci slovenských škôl sa umiestnili pod priemerom krajín OECD, rovnaké výsledky dosiahli aj v roku 2006 a najúspešnejším bolo meranie v roku 2003, kedy žiaci našich škôl dosiahli priemerné výsledky. Predmetom tohto článku je školský systém Nórska a jedným z dôvodov je progres, ktorý táto krajina dosiahla v oblasti prírodovednej gramotnosti. Úroveň prírodovednej gramotnosti žiakov tejto krajiny v roku 2003 bola pod priemerom krajín OECD, na rovnakej pozícii ostala aj o tri roky neskôr, ale v ďalšom hodnotení sa ocitla medzi krajinami s priemerným skóre a prekonal tak krajiny ako Švédsko, Dánsko, Francúzsko a taktiež našu krajinu. Tento fakt bol podnetom pre vypracovanie štúdie o školskom systéme Nórska a upriamenie pozornosti na prírodovedné vzdelávanie v ich školách.

## Školský systém Nórska

Nórsky vzdelávací systém má za cieľ patriť k najlepším na svete s ohľadom na počet participantov jednotlivých úrovní vzdelávania a na podiel ich absolventov. Kvalita vzdelávania a prípravy je nástrojom pre kvalitatívny rozvoj spoločnosti a ak má dochádzať ku konštruktívnym zmenám v spoločnosti je prijateľné, aby sa vzdelávalo celoživotne. Základnou myšlienkou vzdelávacej politiky Nórska je vzdelávanie pre všetkých ľudí. Všetky deti a mladí ľudia musia mať rovnaké právo na vzdelávanie, bez ohľadu na to, kde žijú, na pohlavie, sociálne a kultúrne pozadie alebo špeciálne potreby. Nórsko investuje do vzdelávania viac financií v porovnaní s ostatnými krajinami OECD. Vzdelávanie vo všetkých verejných inštitúciách je bezplatné, okrem predškolských zariadení, ktoré podliehajú poplatku rodičov. Školský rok v nórskejších školách začína v druhej polovici augusta a končí sa v polovici júna nasledujúceho roka. Jedna vyučovacia jednotka hodina trvá 60 minút. Veľká rozloha Nórska a relatívne nízky počet obyvateľov na takúto plochu spôsobuje, že obyvateľstvo je roztrúsené a to sa odráža aj pri budovaní škôl. 35 % škôl má kapacitu s počtom žiakov do 100, pričom len 9 % zo všetkých žiakov navštevuje tieto školy. Škola môže poskytovať primárne alebo nižšie sekundárne vzdelávanie, ale najviac sa vyskytujú školy, ktoré spájajú obidve úrovne vzdelávania.

Primárne a nižšie sekundárne vzdelávanie je založené na princípe rovnosti a prispôsobenia vzdelávania pre všetkých žiakov v školskom systéme, ktoré zabezpečuje národné kurikulum. Na jeseň 2006 došlo k reforme, ktorej heslom je Kunnskapsløftet (Rozvoj vzdelania) a opiera sa o Základné kurikulum, ktoré vzniklo v roku 1995. Predstavuje hlavný školský dokument, podľa ktorého sa vytvárajú a organizujú jednotlivé predmety. Súčasťou dokumentu sú kurikulá predmetov formulované

prostredníctvom kompetencií (Kompetansemål) po 4., 7. a 10. ročníku a po každom ročníku v rámci vyššieho sekundárneho vzdelávania. Niektoré predmety, napr. Naturfag (prírodné vedy) konkretizujú aj kompetencie po druhom stupni vzdelávania. V osnovách predmetov sú integrované základné spôsobilosti (Grunnleggende ferdigheter) adaptované pre daný predmet. Sámse jazyky patria do skupiny uralských jazykov, ktoré sú komunikačným prostriedkom v severských krajinách (Fínsko, Nórsko, Švédsko) a preto sú vytvárané špeciálne dokumenty pre Sámse okresy a školský systém umožňuje žiakom týchto okresov vyučovať sa v sámskom jazyku.

Tabuľka 1 poskytuje prehľad jednotlivých úrovní štúdia školského systému v Nórsku. S myšlienkou súdržnosti a kontinuity vo vzdelávaní detí a mladých ľudí boli na jeseň 2005 Barnehaage (predškolské zariadenia) transformované z Barne- og familiedepartementet (Ministerstvo pre deti a rodinné záležitosti) pod Kunnskapsdepartementet (Ministerstvo vzdelávania a výskumu). Barnehaage sú vzdelávacie inštitúcie, ktoré umožňujú žiakom rozvíjať sa pred vstupom do základnej školy, deťom poskytujú dobré podmienky a zároveň služby rodičom, ktorí v tomto čase pracujú alebo študujú. Aktivity nórskejších predškolských zariadení sú upravované zákonom, poskytujú deťom dozor, starostlivosť, vzdelávanie a zaradenie sa do spoločnosti svojich rovesníkov ešte pred nástupom do základných škôl. Všeobecnovzdelávací systém bol v Nórsku zavedený v roku 1739. Od roku 1889 bolo pre žiakov povinných 7 rokov vzdelávania, v roku 1969 sa predĺžilo o dva roky. Od roku 1997 sa povinná školská dochádzka začína v šiestom roku života žiaka a trvá desať rokov. Táto vzdelávacia etapa je rozdelená do dvoch úrovní: primárne vzdelávanie od 1. ročníka až po 7. ročník (årstrinn 1-7) a nižšie sekundárne vzdelávanie po 10. ročník (årstrinn 8-10). Prvou úrovňou povinnej školskej dochádzky je 7 ročná Základná škola – Barneskole, do ktorej nastupujú žiaci vo veku 6 rokov. Na základe rozhodnutia rodičov, posudku odborníka a súhlasu samosprávy je možné, aby žiak nastúpil do školy o rok neskôr. Nástup žiaka do školy nie je podmienený žiadnymi požiadavkami a tak je na školu prijímaný každý žiak bez prijímacích skúšok. Pri prijímaní študentov sú limitované len prestížnejšie školy počtom voľných miest a v tomto prípade sa uprednostňujú napr. deti zamestnancov alebo deti, ktoré navštevovali predškolské zariadenie danej školy. V priebehu siedmich rokov základnej školy sú žiaci hodnotení len slovne a automaticky prechádzajú do vyššieho ročníka bez toho, aby opakovali ročník. Ak sa vyskytnú problémy s učivom, žiakom sa poskytne doplnková výučba. Druhou etapou povinnej školskej dochádzky sú tri ročníky nižšej strednej školy – Ungdomsskole (årstrinn 8 – 10). Na túto úroveň žiaci automaticky postupujú bez akýchkoľvek hodnotení alebo prijímacích konaní po ukončení 7. ročníka, vo veku 13 rokov. Rovnako ako v Barneskole postupujú do vyššieho ročníka všetci žiaci



bez toho, aby niektorý ročník opakovali. Prechod medzi jednotlivými úrovňami v období povinnej školskej dochádzky predstavuje pre žiakov len minimálnu zmenu. Slovné hodnotenie sa transformuje do podoby známok so šesť-stupňovou škálou, pričom známka 6 predstavuje najlepšie možné hodnotenie. Od prvého ročníka vzdelávania je povinným cudzím jazykom anglický jazyk a na nižšom sekundárnom stupni si žiaci môžu vybrať hlbšie štúdium nórskeho, anglického alebo sámskeho jazyka. Na konci povinnej školskej dochádzky sa uskutocňujú národné skúšky. Jadrom testovania sú tri vyučovacie predmety: nórstina, matematika a angličtina. Každý žiak sa musí zúčastniť testovania aspoň v jednom z týchto predmetov. Všetky školy sa pripravujú tak, aby boli adekvátne pripravené na testovanie vo všetkých troch oblastiach a školy, ktoré participujú na komplexnom testovaní – nórstina, matematika, angličtina – sú zverejnené len pár dní pred zadávaním testov. Na lokálnej úrovni sa realizujú ústne skúšky, kde je výber predmetov širší. Okrem domácej ekonómie, telesnej výchovy, umenia a remesiel sa predmetom skúšania môže stať ktorýkoľvek iný predmet. Po absolvovaní Ungdomsskole a zároveň ukončení povinnej školskej dochádzky sa odovzdávajú absolventom osvedčenia so zoznamom absolvovaných predmetov, výsledky z národných a lokálnych skúšok a známky za posledný ročník (årstrinn 10). Od tohto sa odvíja ďalšie vzdelávanie študenta, pretože známky sú kritériom pre prijímanie na vyššiu strednú školu. V prípade dostatočného počtu miest pre žiakov, ktorí sa na daný typ školy hlásia, sú prijímaní automaticky. Ak je uchádzačov viac, výber sa robí na základe počtu bodov, ktoré sa odvíjajú od známok z nižšej strednej školy. Vyššie sekundárne vzdelávanie a príprava zahŕňa všetky kurzy vedúce ku kvalifikácii nad úrovňou nižšieho sekundárneho vzdelávania a

pod úrovňou vysokoškolského vzdelávania. Všetci žiaci, ktorí absolvovali povinnú školskú dochádzku majú právo na tri roky vyššieho vzdelávania, ktoré vedie k odbornej kvalifikácii alebo k získaniu certifikátu potrebného k prijatiu na vysokú školu. Vyššie stredné školy – Videregående (VG 1 – VG 3) pre študentov nie sú povinné. Videregående navštevujú žiaci vo veku 16 – 19 rokov, majú možnosť vybrať si z 12 ponúkaných programov a podať si tri prihlášky. Tri programy patria pod Všeobecné akademické štúdiá, ktoré sú predprípravou na vysokú školu a do skupiny odborov zameraných na zamestnanie od školského roku 2006/2007 patrí 9 programov. V prípade, ak sa žiak navštevujúci odbornú školu rozhodne pokračovať v terciárnom vzdelávaní, má možnosť v treťom roku vyššieho sekundárneho vzdelávania absolvovať doplnkový program, ktorý sa končí získaním certifikátu potrebného pre prijatie na vysokú školu. Nórsky systém vzdelávania poskytuje možnosť terciárneho vzdelávania aj v odborných programoch. Vysokoškolské vzdelávanie je založené na výskume a obvyčajne vyžaduje ukončenie trojročného vyššieho sekundárneho vzdelávania. Štruktúra vysokoškolského vzdelávania sa zhoduje so slovenským školským systémom - trojročné štúdium na získanie titulu Bc., dva roky magisterského štúdia a trojročné doktorandské štúdium. Hodnotiacu stupnicu umožňuje hodnotiť úspešnosť študentov na piatich úrovniach (A – E) a v prípade neúspešnosti ohodnotiť písmenom F. Zavedenie systému pre akreditáciu inštitúcií malo za následok zvýšenie snahy vysokých škôl (Høgskole) stať sa univerzitami. Tretí stupeň vysokých škôl je možné absolvovať na univerzitách, špecializovaných inštitúciách na úrovni univerzity a na vysokých školách. Nórsky vzdelávací systém ponúka vzdelávanie a prípravu nielen pre deti a mládež, ale aj pre dospelých, ktorí môžu dodatočne dokončiť štúdium.

Tab. 1 **Systém vzdelávania v Nórsku**

|                                |                                          |                               |
|--------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|
| Od 19 rokov                    | Terciárne vzdelávanie                    |                               |
|                                | Vysokoškolské vzdelávanie                | Terciárne odborné vzdelávanie |
| Vek 16 – 19<br>Vg1 – Vg3       | Vyššie sekundárne vzdelávanie a príprava |                               |
|                                | Všeobecný študijný program               | Odborný študijný program      |
| Vek 13 – 16<br>årstrinn 8 – 10 | Nižšie sekundárne vzdelávanie            |                               |
| Vek 6 – 13<br>årstrinn 1 – 7   | Primárne vzdelávanie                     |                               |
| do 6 rokov                     | Predprimárne vzdelávanie                 |                               |
| Obdobie vzdelávania            | ÚROVEŇ VZDELÁVANIA                       |                               |

## Naturfag

Na úrovni primárneho a sekundárneho vzdelávania sú žiaci vyučovaní v týchto predmetoch: Nórsky jazyk; Matematika; Sociálne vedy; Kresťanské, náboženské a etické vzdelávanie; Umenie a remeslá; Prírodné vedy; Anglický jazyk; Zahraničný jazyk/Hlbšie štúdium jazyka; Jedlo a zdravie; Hudba; Telesná výchova; Práca študentskej rady a voliteľný predmet. Podrobnejšie charakterizujeme prírodné vedy (Naturfag) v školskom systéme Nórska. Prírodné vedy vo vzdelávacích systémoch krajín môžu vystupovať ako separované predmety (fyzika, chémia, biológia) alebo v podobe integrovaného predmetu nazývaného Science. Väčšina európskych krajín má tendenciu prírodné vedy vyučovať na úrovni primárneho vzdelávania ako predmet integrovaný a s prechodom na nižší sekundárny stupeň sa vedy separujú a vytvárajú jednotlivé predmety. Nórsko je jednou z mála európskych krajín spolu s Talianskom, Belgickom a Veľkou Britániou, ktoré tieto predmety integrujú aj na úrovni nižšieho sekundárneho vzdelávania. Aj keď sú prírodné vedy vo všeobecnosti delené na špecifické vedné oblasti ako je biológia, chémia a fyzika, Nórsko zaujalo holistický prístup k tejto problematike a prírodné vedy vyučuje integrované a to v teoretickej aj praktickej časti vyučovania. Naturfag má rovnako ako ostatné predmety vypracované svoje kurikulum, ktoré sa odvíja od základných spôsobilostí. Pre predmet Naturfag sú špecifické tieto spôsobilosti: verbálne spôsobilosti, byť spôsobilý písať, byť spôsobilý čítať, byť spôsobilý počítať, a digitálne spôsobilosti vo vede. Spôsobilosti sú pre predmet Naturfag špecifikované nasledovne:

- Verbálnymi spôsobilosťami vo vede sa rozumie počúvanie, rozprávanie, konverzácia, zdieľanie a rozvoj prírodovedných vedomostí súvisiacich s pozorovaniami a skúsenosťami. Zahŕňajú používanie vedeckých pojmov pri sprostredkovaní vedomostí, formulácii hypotéz, argumentov a vysvetlení. Ďalej zahŕňajú prispôbenie vyjadrovania a pojmov účelu a prijímateľovi. Rozvoj verbálnych spôsobilostí v prírodných vedách vychádza zo schopnosti počúvať a rozprávať o skúsenostiach a pozorovaniach a smeruje k prezentácii a diskusii o zložitejších témach s častejším používaním vedeckých pojmov.
- Byť spôsobilý písať vo vede znamená využívať vedecké texty na formulovanie otázok a hypotéz, písať návrhy a vysvetlenia, porovnávať informácie a premýšľať o nich a vhodne používať zdroje informácií. Tiež zahŕňa schopnosť opísať vlastné pozorovania a skúsenosti, zozbierať informácie, zastávať názory, písať správy o práci v teréne a experimentoch. Proces písania od plánovania k príprave a prezentácii textov zahŕňa používanie vedeckých pojmov, znakov a symbolov vhodných pre daný účel a prijímateľov. Rozvoj spôsobilostí písania v prírodných ve-

dách vychádza z používania jednoduchých výrazov a smeruje k postupnému osvojeniu precíznejších vedeckých pojmov, symbolov, grafov a argumentácií. To znamená schopnosť písať viac zložitejších textov založených na kritickom a eklektickom použití zdrojov.

- Byť spôsobilý čítať vo vede znamená porozumieť a aplikovať vedecké pojmy, symboly, čísla a argumenty prostredníctvom cielenej práce s vedeckým textom. To znamená byť schopný identifikovať, interpretovať a používať informácie zo zložitých textov z kníh, novín, manuálov, brožúr a z digitálnych zdrojov. Čítanie vo vede obsahuje kritické zhodnotenie vytvárania informácií a ich používanie pri tvorbe argumentov, okrem iného, rozlišovanie medzi dátami, predpokladmi, tvrdeniami, hypotézami a závermi. Rozvoj čitateľskej gramotnosti vo vede vychádza z hľadania a používania informácií obsiahnutých v jednoduchých textoch a smeruje k porozumeniu textov s vyšším počtom odborných termínov, symbolov, čísel, tabuliek a implicitných informácií. Požiadavka na kritické čítanie, schopnosť identifikovať relevantné informácie a zhodnotenie dôveryhodnosti zdroja sa zvyšuje zo schopnosti používať vhodné zdroje na zhromažďovanie a porovnávanie informácií z odlišných zdrojov a hodnotiť ich platnosť.
- Byť spôsobilý počítať vo vede znamená zbierať, analyzovať a prezentovať číselné dáta. Zahŕňa používanie pojmov, prístrojov, jednotiek, vzorcov a grafov. Výpočty vo vede je potrebné porovnávať, hodnotiť a argumentovať platnosť výpočtov a výsledkov. Rozvoj matematických spôsobilostí vo vede vychádza z používania jednoduchých metód pre počítanie a klasifikáciu k zhodnoteniu voľby metód, pojmov, vzorcov a meracích prístrojov. Tiež to znamená, že budú schopní robiť postupne zložitejšie prezentácie a hodnotenia a argumentovať prostredníctvom zákonov.
- Digitálnymi spôsobilosťami vo vede je používanie digitálnych nástrojov na vyhľadávanie, zaznamenávanie, vykonávanie výpočtov, vizualizáciu, dokumentovanie a publikovanie dát z vlastných a iných štúdií, experimentov a terénnych prác. Tiež zahŕňa vyhľadávacie nástroje, stratégie pre zvládnutie vyhľadávania, kritické zhodnotenie zdrojov a triedenie relevantných vedeckých informácií. Rozvoj digitálnych spôsobilostí vo vede vychádza zo schopnosti používať digitálne nástroje, ktoré precvičujú samostatnosť a vlastný úsudok pri výbere digitálnych zdrojov, nástrojov, médií a informácií.

Kým v našej krajine sa učiteľovi predkladá dokument k separovanému prírodovednému predmetu a jeho učenie sa odvíja od konkretizovaného obsahového a výkonového štandardu, nórsky kurikulumárny dokument k predmetu Naturfag formuluje jednotlivé ciele prostrední-

tvom kompetencií. Ciele sú špecifikované po druhom, štvrtom, siedmom a desiatom ročníku primárneho a nižšieho sekundárneho vzdelávania a po prvom ročníku na vyššej strednej škole rovnako pre všeobecné programy ako pre odborné programy a sú v nich obsiahnuté spomínané základné spôsobilosti (kompetencie). To znamená, že dva roky vzdelávania v oblasti prírodných vied sa venujú nadobudnutiu cieľov určených pre prvé dva roky štúdia predmetu Naturfag. Ďalšie dva roky sú predmetom vyučovania tie isté oblasti, ale menia sa ciele a zvyšujú sa nároky na spôsobilosti žiaka. Predmet Naturfag pozostáva od školského roka 2013/2014 z týchto hlavných oblastí: Vedec (*Forkerspiren*); Rozmanitosť v prírode (*Mangfold i naturen*); Telo a zdravie (*Kropp og helse*); Javy a látky (*Fenomenet og stoffet*) a Technológia a dizajn (*Teknologi og design*). V predchádzajúcich školských rokoch sa vyučovala aj vzdelávacia oblasť Vesmír (*Universet*), no revidované osnovy ju pre nastávajúci školský rok do obsahu vyučovania nezaradili, pričom hodinová dotácia sa takmer nezmenila. Naturfag je súčasťou základu pre predmety na úrovni vyššieho sekundárneho vzdelávania, preto je potrebné vyučovanie tohto predmetu pripraviť dostatočne relevantne a čo najviac prispôbiť schopnostiam žiakov. Názvy oblastí predmetu sa na úrovni vyššieho sekundárneho vzdelávania menia ako popisuje tabuľka 2, pričom pribúda oblasť nazvaná Žiarenie a rádioaktivita (*Stråling og radioaktivitet*).

Osobitnou časťou obsahu vzdelávania je oblasť Vedec zameraná na postupy vedeckej práce, čo prispieva k rozširovaniu kritického myslenia u žiakov, tvorbe hypo-

téz, návrhov riešení a k tvorbe vlastných záverov. Žiak získava spôsobilosti potrebné pre vedeckú prácu. Na rozdiel od zvyklostí tvorby našich kurikulumných dokumentov, nórsky predmet Naturfag je integrovaný a preto oblasti vyučovania sú formulované všeobecne. Oblasť Javy a látky je porovnateľná s obsahom vzdelávania v slovenskom predmete chémia v tematických celkoch Premeny látok a Zloženie látok a s témami predmetu Prírodoveda na prvom stupni základnej školy. Oblasť Výživa a zdravie sa v slovenskom vzdelávacom programe predmetu biológia vyskytuje v podobe tematického celku Zdravie a život človeka. Pre zaujímavosť uvádzame ciele špecifikované pre oblasť Vedec predmetu Naturfag, ktorá v našich kurikulumných dokumentoch je málo rozpracovaná (Tab. 3).

Tab. 2: **Prehľad hlavných vyučovacích oblastí predmetu Naturfag od školského roka 2013/2014**

| Hlavné oblasti predmetu v ročníkoch 1 – 10         | Hlavné oblasti predmetu v ročníku Vg1                         |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Vedec<br><b>Forkerspiren</b>                       | Vedec<br><b>Forkerspiren</b>                                  |
| Rozmanitosť v prírode<br><b>Mangfold i naturen</b> | Trvalodržateľný rozvoj<br><b>Bærekraftig utvikling</b>        |
| Telo a zdravie<br><b>Kropp og helse</b>            | Výživa a zdravie<br><b>Ernæring og helse</b>                  |
|                                                    | Žiarenie a rádioaktivita<br><b>Stråling og radioaktivitet</b> |
| Javy a látky<br><b>Fenomenet og stoffet</b>        | Energia budúcnosti<br><b>Energi for framtiden</b>             |
| Technológia a dizajn<br><b>Teknologi og design</b> | Biotechnológia<br><b>Biotechnologi</b>                        |

Tab. 3: **Špecifikované ciele v oblasti Vedec po určenom vzdelávacom období**

| Obdobie vzdelávania | Ciele v oblasti Vedec                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Po 2. roku          | <ul style="list-style-type: none"> <li>klásť otázky, hovoriť, uvažovať o prírode a o mieste človeka v prírode,</li> <li>použiť svoje zmysly pri skúmaní okolitého sveta,</li> <li>opísať, objasniť a diskutovať o vlastných pozorovaniach z experimentov a z prírody,</li> <li>rozpoznať varovné signály nebezpečných látok.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Po 4. roku          | <ul style="list-style-type: none"> <li>používať vedecké pojmy, opísať a prezentovať pozorovania a diskutovať o možných vysvetleniach pre to, čo bolo pozorované,</li> <li>použiť meracie prístroje, systematizovať dáta, posúdiť to, či výsledky sú primerané a predložiť ich s alebo bez pomoci digitálnych pomôcok,</li> <li>písať správy a opisy, kontrolovať obsah textov a vytvárať jednoduché digitálne texty,</li> <li>zhromažďovať a spracovávať informácie o prírodovedných témach z rôznych zdrojov.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                |
| Po 7. roku          | <ul style="list-style-type: none"> <li>formulovať vedecké otázky, navrhovať možné vysvetlenie, plán práce a vykonávať výskum,</li> <li>hovoriť o tom, prečo je vo vede dôležité vytvárať a testovať hypotézy o systematických pozorovaniach a experimentoch a prečo je dôležité porovnávať výsledky,</li> <li>používať digitálne nástroje pre zaznamenávanie, analyzovať a zverejňovať údaje z experimentálnych prác a prác v teréne,</li> <li>triediť a spracovávať prírodovedné informácie z textov z rôznych zdrojov a vytvoriť prezentáciu,</li> <li>prečítať si a pochopiť výstražné symboly na bežných výrobkoch.</li> </ul>                                                                                                                       |
| Po 10. roku         | <ul style="list-style-type: none"> <li>formulovať testovateľné hypotézy, plánovať a vykonávať ich overovanie a diskutovať o pozorovaniach a výsledkoch,</li> <li>získovať a spracovávať vedecké údaje, vykonávať výpočty a graficky prezentovať výsledky,</li> <li>písať vysvetľujúce texty s odkazmi na príslušné zdroje, hodnotiť kvalitu vlastných a iných textov,</li> <li>objasniť význam hľadania súvislostí medzi príčinou a následkom a vysvetliť, prečo sú argumenty, kritika a publikovanie dôležité vo vede,</li> <li>identifikovať pôvod argumentov, faktov a tvrdení v texte z novín, brožúr a iných médií a kriticky zhodnotiť obsah,</li> <li>dodržiavať bezpečnostné upozornenia z bezpečnostných postupov a hodnotiť riziká.</li> </ul> |



Ako sme spomenuli, oblasť Javy a látky je obsahovo porovnateľná s tematickými celkami predmetu Chémia a ako uvádza tabuľka 4, aj s niektorými témami predmetu Prírodoveda na prvom stupni základnej školy. Ciele po určitom období vzdelávania, formulované pre tému týkajúcu sa vlastností a zloženia látok v nórskech a slovenských kurikulárnych dokumentoch, uvádza nasledujúca tabuľka. Ciele, formulované vzhľadom k výkonom žiaka, sú v slovenských dokumentoch jednotne nazvané pojmom *výkonový štandard* a nórske kurikulum ich pomenúva ako *kompetencie*. Pre porovnanie uvádzame požiadavky, týkajúce sa tém o látkach a ich vlastnostiach, vychádzajúce zo vzdelávacích programov predmetu Naturfag a Prírodoveda a Chémia.

Oboznamovanie nórskeho žiakov s problematikou vlastností látok a ich zloženia sa uskutočňuje v rámci jednej z hlavných oblastí Javy a látky. Žiaci prostredníctvom jednoduchého pozorovania látok identifikujú ich pozorovateľné vlastnosti a následne s využitím experimentov vysvetľujú ako sa vlastnosti látok môžu meniť. S časticovou podstatou látok sa žiaci stretávajú pri vysvetľovaní zmeny skupenstva látok. Pojmy atóm a molekula si žiaci osvojujú pri objasňovaní zloženia látok a ich premene. Periodickú tabuľku prvkov využívajú na určovanie vlastností prvkov a zlúčenín. Skúmajú látky každodennej potreby. Rozlišujú čisté látky a zmesi, skúmajú ich horľavosť, rozpustnosť vo vode a kyslé alebo zása-

dité vlastnosti. Separácia látok zo zmesi a analýza neznámej látky je navrhovaná a uskutočňovaná žiakmi v závere osvojovania si poznatkov z oblasti zloženia a vlastností látok. Je evidentné, že obsah vzdelávania nezachádza do štruktúry atómu.

V uvedených požiadavkách na výkony žiakov našich a nórske škôl možno pozorovať rozdiely v predkladaní niektorých konceptov. V nórskom kurikule predmetu Naturfag sa periodická tabuľka prvkov vyskytuje ako nástroj, ktorý žiaci používajú na hodnotenie vlastností prvkov a zlúčenín, kým náš výkonový štandard kladie dôraz na opis periodickej tabuľky. Počas prvých štyroch rokov vzdelávania v oblastiach Prírodoveda aj Naturfag sa žiaci zaoberajú vlastnosťami látok a ich zmenami, pričom žiaci našich škôl by si v tomto období už mali vytvárať predstavu o časticovom zložení látok. Separčné metódy sú záverečnou témou pri osvojovaní poznatkov o látkach v predmete Naturfag, pričom naši žiaci sa s metódami filtrácie a kryštalizácie stretávajú už na prvom stupni základnej školy.

V cieľoch vyučovania oblasti Javy a látky v nórskom vzdelávacom pláne a v slovenských výkonových štandardoch prvého a druhého stupňa základnej školy je možné identifikovať rozdiely v postupnosti sprístupňovania poznatkov z oblasti vedy a tiež vo formulácii cieľov, ktoré má žiak dosiahnuť.

Tab. 4 **Prehľad požiadaviek na výkon žiakov v nórskech a slovenských školách týkajúcich sa látok a ich vlastností**

|                                         | Predmet Naturfag                                                                                                                                                    |                                            | Predmety Prírodoveda a Chémia                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NORWAY –<br>Naturfag årstrinn<br>1 – 4  | Pozorovať materiály a triediť ich na základe ich vlastností.                                                                                                        | SLOVENSKO –<br>Prírodoveda ročník<br>1 – 4 | Vysvetliť vlastnosti plyných, kvapalných a pevných látok, zmenu vlastností látok vplyvom tepla, chemickú zmenu vlastností látok.                                         |
|                                         | Vykonať experiment, ktorý dokazuje, že látky dokážu meniť svoj charakter.                                                                                           |                                            | Rozlíšiť vo vode ne/rozpustné látky. Poznať separčné metódy – filtráciu a kryštalizáciu.                                                                                 |
| NORWAY –<br>Naturfag årstrinn<br>5 – 7  | Opísať najdôležitejšie vlastnosti plyných, kvapalných a pevných látok a fázových prechodov pomocou časticového modelu.                                              | SLOVENSKO –<br>Chémia ročník<br>5 – 9      | Vedieť, že látky sú zložené z neviditeľných častí. Dokázať, že látky sú zložené z častíc prostredníctvom rozpúšťania. Vedieť, že pri topení sa mení skupenstvo látky.    |
|                                         | Vysvetliť, z čoho sú látky zložené a ako môžu byť transformované s využitím pojmov atómy a molekuly.                                                                |                                            | Dokázať tepelnú vodivosť látok, vysvetliť, kedy sa menia hustoty látok a prezentovať svoju predstavu o časticovom zložení látok.                                         |
| NORWAY –<br>Naturfag årstrinn<br>8 – 10 | Hodnotiť vlastnosti prvkov alebo zlúčenín pomocou periodickej tabuľky prvkov.                                                                                       |                                            | Rozpoznať chemicky čisté látky, rovnorodé a rôznorodé zmesi, uviesť príklady ne/rozpustných látok vo vode a oddeľovacích metód.                                          |
|                                         | Skúmať vlastnosti látok z bežného života. Skúmať a klasifikovať čisté látky a zmesi podľa rozpustnosti látok vo vode, horľavosti a kyslých a zásaditých vlastností. |                                            | Rozlíšiť prvky a zlúčeniny, poznať názvy a značky vybraných chemických prvkov, opísať stavbu atómu a poznať náboj častíc tvoriacich atóm.                                |
|                                         | Plánovať a vykonávať experimenty na separáciu látok zo zmesi a analýzu neznámej látky.                                                                              |                                            | Poznať rozdelenie (periódy a skupiny) periodickej tabuľky prvkov a meno jej objaviteľa. Podľa protónového čísla prvku ho vedieť umiestniť do periodickej tabuľky prvkov. |

## Záver

Naším cieľom bolo poskytnúť stručný prehľad nórskeho vzdelávacieho systému a priblížiť štruktúru a obsah predmetu Naturfag. Napriek nórskej kritike evalvačnej štúdie PISA (Sjøberg, 2007), o ktorej hovoria aj naši autori (Kaščák, Púpala, 2011), tvorcovia nórskeho kurikulárnych dokumentov do nich zapracovali spomínané kompetencie, čo sa odráža v zlepšovaní výsledkov nórskeho žiakov v PISA meraniach. Pri analýze nórskeho kurikulárnych dokumentov predmetu Naturfag sme zistili, že ciele sú formulované prostredníctvom kompetencií, ktoré podporujú aktívne vzdelávanie žiakov, ich pozorovanie, experimentovanie a najmä ich schopnosť intelektovo spracovať realizované praktické a laboratórne činnosti. Žiakom sa nepredkladajú hotové informácie, ale podstatnú časť vzdelávacieho procesu reprezentuje ich aktívna činnosť. Žiaci tak majú priestor pre konštrukciu vlastných poznatkov a získavanie spôsobilostí, ktoré sú charakteristické pre vedeckú činnosť. Jednotlivé oblasti predmetu sa navzájom dopĺňajú a žiaci získavajú komplexné vedomosti. Porovnaním cieľov nórskeho a slovenského kurikula pre prírodné vedy sme nechceli poukázať na nedostatky niektorého zo spomenutých dokumentov, ale názorne predviesť aké rozdielne postupy sa

pri predkladaní učiva žiakom vyskytujú a ktoré môžu byť inšpiráciou pre revíziu našich kurikulárnych dokumentov.

## Literatúra

- KAŠČÁK, O.; PÚPALA, B. PISA v kriticknej perspektíve. In *Orbis scholae*. roč. 5, č. 1, 2011, s. 53 – 70, ISSN 1802-4637
- KORŠŇÁKOVÁ, P. *PISA SK 2009 Slovensko : Národná správa*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2010. ISBN 978-80-970261-4-1
- KORŠŇÁKOVÁ, P. *PISA SK 2006 Slovensko : Národná správa*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2007. ISBN 978-80-89225-37-8
- KORŠŇÁKOVÁ, P. *PISA SK 2003 Slovensko : Národná správa*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2004. ISBN 80-85756-87-0
- NORWEGIAN DIRECTORATE FOR EDUCATION AND TRAINING. *Læreplan i naturfag*. Oslo : Norwegian directorate for education and training, 2013.
- NORWEGIAN MINISTRY OF EDUCATION AND RESEARCH. *Education – from Kindergarten to Adult education*. Oslo : Ministry of education and research, 2007.
- ONSTAD, T.; GRØNMO, L. S. Norway. In: *TIMSS 2011 Encyclopedia*. Oslo : Department of Teacher Education and School Research, 2012. ISBN-13: 978-1-889938-60-8
- SJØBERG, S. PISA and "Real Life Challenges": Mission Impossible?. In *PISA zufolge PISA – PISA According to PISA*. Wien : LIT VERLAG GmbH & Co, 2007, p. 203 – 224, ISBN 978-3-7000-0771-5

## ZAÚJIMAVOSTI VEDY

## CHÉMIA

# Ftalokyaníny – zlúčeniny 21. storočia na báze porfyrínov

Mgr. Mária Nečedová  
prof. RNDr. Pavol Zahradník, CSc.  
Katedra organickej chémie,  
Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava  
necedova@fns.uniba.sk  
zahradnik@fns.uniba.sk

## Abstrakt

Dusíkaté makrocyclické zlúčeniny ako porfyríny a ftalokyaníny budia vďaka svojmu mnohostrannému využitiu zaslúženú pozornosť chemikov. Porfyríny sú dôležitou súčasťou živých organizmov, nachádzajú sa napr. v chlorofyle, či hemoglobíne. Ich syntetické deriváty ftalokyaníny sa využívali hlavne ako farbivá. V súčasnosti majú uplatnenie aj v rôznych odvetviach materiálnej chémie, zahrňujúc i dôležité medicínske aplikácie. Predmetom tohto článku je klasifikácia ftalokyanínov ako aj vplyv symetrie a štruktúry na ich vlastnosti.

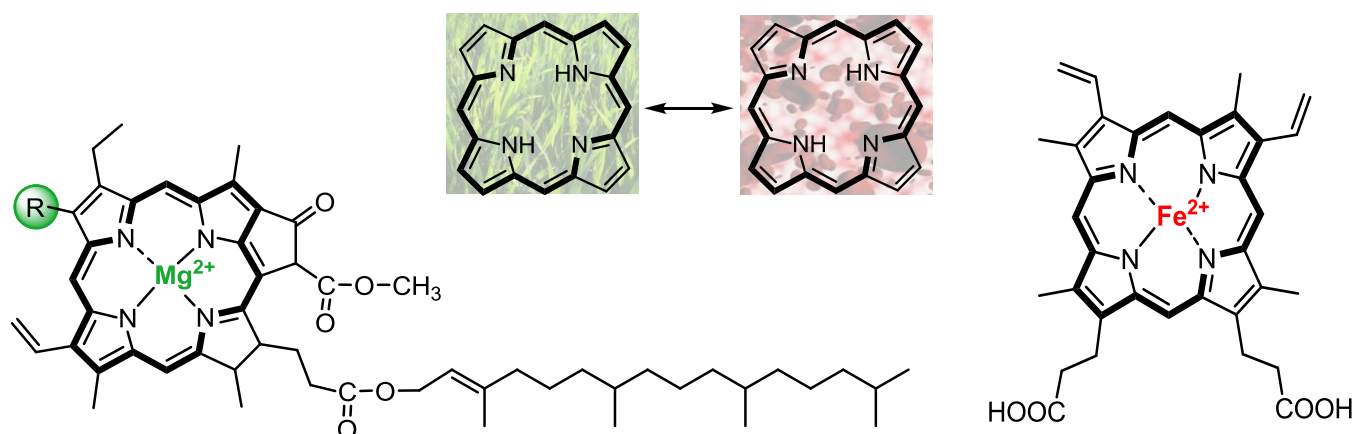
## Úvod

Heterocyclické zlúčeniny predstavujú v organickej chémii veľmi významnú skupinu chemických látok, hlavne čo sa týka praktického uplatnenia. Využívajú sa ako biologicky aktívne zlúčeniny (liečivá, pesticídy, biostimulátory), farbivá, detergenty, výbušniny, polyméry a pod. Veľký počet heterocyclických zlúčení a ich derivátov sa nachádza v prírode. Majú často zložitú štruktúru. Mnohé z nich sú súčasťou metabolických procesov rastlín a živočíchov. Sú obsiahnuté v aminokyselinách, vitamí-

noch, alkaloidoch, liečivách a farbivách, tvoria stavebné jednotky nukleových kyselín.

## Porfyríny

Dôležitú skupinu dusíkatých heterocyklov predstavujú tetrapyrrolové makrocyclické zlúčeniny, všeobecne známe ako porfyríny. Tieto zlúčeniny sú dôležitou súčasťou živých organizmov. Porfyrínový kruh je prítomný v rôznych hemoproteínoch (hemoglobín, myoglobín), hémových enzýmoch (cytochrómy, peroxidáza), ale i v chlorofyle zelených rastlín. Základným fragmentom porfyrínov je heterocyclický pyrrolový kruh. Porfyrínový makrocyclus leží v rovine a obsahuje 22  $\pi$ -elektrónov, no iba 18 z nich je delokalizovaných podľa Hückelovho pravidla aromatickosti „ $4n + 2$ “. Posunom jednoduchých a dvojítych väzieb v štruktúre porfyrínu dostaneme jeho dve hlavné rezonančné formy (Obr. 1), ktoré tvoria základný skelet chlorofylu a hému (Smith, 2002). Sú to najdôležitejšie porfyrínové farbivá, ktoré sa vyskytujú v prírode.



Porfyríny a s nimi súvisiace molekuly prejavujú zaujímavé fotofyzikálne, fotochemické a elektrochemické vlastnosti. Účasť porfyrínov v mnohých biologických procesoch a možnosť prispôsobenia ich fyzikálnych a chemických vlastností, robí tieto molekuly veľmi zaujímavé pre mnohé oblasti. V poslednom období sa stali predmetom záujmu predovšetkým pre ich použitie v optoelektronike, solárnych článkoch, zariadeniach pre ukladanie dát, v nelineárnej optike a pod. Ich použiteľnosť je tak široká, že ich možno nájsť napríklad aj v telových dezodorantoch, v prípravkoch povzbudzujúcich rast vlasov a ako antioxidanty v potravinách (Hanack et al., 2004). Veľké uplatnenie našli aj ako rádiodiagnostické prostriedky vďaka fluorescencii vyžarovanej po excitácii pri rôznych vlnových dĺžkach vo viditeľnej oblasti svetelného spektra a nemenej dôležité je ich využitie vo fotodynamickej terapii. Fotodynamická terapia (z angl. photodynamic therapy) predstavuje nový prístup v liečbe rakoviny, ktorý využíva kombináciu svetla, kyslíka a citlivých zlúčenín tzv. fotosenzibilizátorov, ktoré sa prednostne hromadia v rakovinových bunkách. Fotodynamická terapia je založená na myšlienke, že fotosenzibilizátor absorbuje energiu fotónov špecifickej vlnovej dĺžky a prenáša túto energiu na kyslík, ktorý sa excituje z tripletovej formy na singletovú. Singletový kyslík dokáže usmrtiť rakovinové bunky. Moderné fotosenzibilizátory sa excitujú dlhovlnným laserovým žiarením, mechanizmom tzv. dvojfotónovej absorpcie. Takéto žiarenie je nízkoenergetické a preniká cez živé tkanivá bez ich poškodenia. V súčasnosti existuje široké spektrum fotosenzibilizátorov. Mnohé fotosenzibilizátory sú založené na báze dusíkatých makrocýklov ako porfyríny, porfyrínové prekursor, chloríny, baktériochloríny, ftalokyaníny a naftalokyaníny (Boyle, 1996; Miller, 1999). Aktuálne sa vyvíjajú nové liečivá, ktoré by mohli byť aktivované pri ešte vyšších vlnových dĺžkach, čím by sa zvýšila hĺbka prieniku cez tkanivo a aj samotná účinnosť liečby.

## Kedy svetlo škodí

Porfyríny sú biologicky veľmi dôležité makrocýkly ale aj oni majú svoju temnú stránku: pri poruche ich metabolismu vzniká pomerne vzácna choroba nazývaná porfýria. V roku 1985 sa stal stredobodom pozornosti kanadský biochemik Dr. David Dolphin, ktorý sa ako vedec zaoberal výskumom tejto dedičnej choroby. Na zjazde Americkej asociácie vo svojej prednáške, snáď vôbec po prvýkrát, upozornil na príčinu súvislosti „upírstva“ s touto ťažkou krvnou chorobou. Podvedome, prirodzeným inštinktom, osoby trpiace ťažkou chudokrvnosťou pľahali po krvi, a tak vznikla predstava o krvilačnosti porfýrikoch, čo inšpirovalo príbehy o vlkolakoch, upíroch či Drakulovi. Prejavmi tejto pomerne vzácnej choroby sú mimoriadna citlivosť na svetlo (v dôsledku nahromadenia porfyrínov resp. ich prekursorov v rôznych tkanivách a orgánoch), poškodenie pokožky, vznik ťažko hojajúcich sa pľuzgierov, mŕtvolne bledé sfarbenie (spôsobené silnou anémiou – chudokrvnosťou – deficit hému) a pod.

## Ftalokyaníny

Porfyrínový makrocýklus je jedinečný a zaujímavý konjugovaný systém. Je len pochopiteľné, že izoelektronické syntetické tetrapyrrolové deriváty ako ftalokyaníny, vzbudili zásluženú pozornosť výskumníkov. Ftalokyaníny predstavujú prvé zlúčeniny, ktoré boli syntetizované v laboratóriu a použité ako modelové zlúčeniny za účelom napodobniť biologicky dôležité porfyríny.

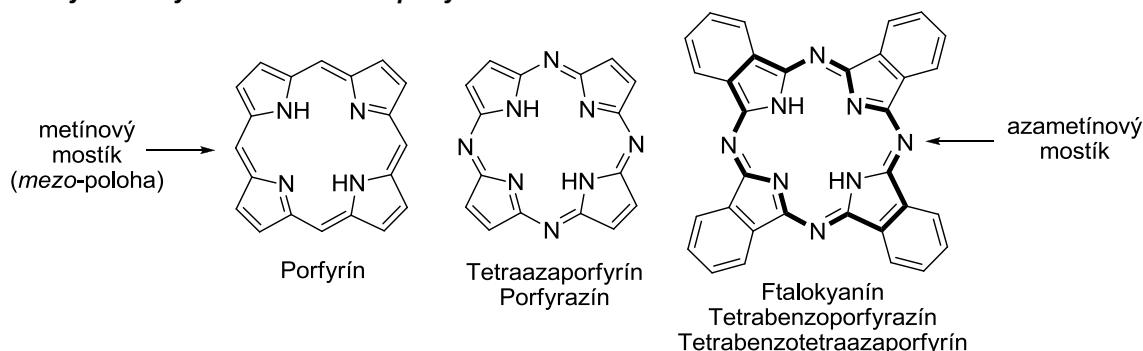
Ftalokyanínový systém je podobný porfyrínovému skeletu. Dá sa nazvať aj tetraazaporfyrínom. Ich štruktúrny vzťah je znázornený na obrázku 2. Názov ftalokyanín podľa IUPAC označuje tetrabenzo-[*b,g,l,q*]-5,10,15,20-tertaazaporfyrínový systém. Makrocýkly s azametínovým mostíkom majú menšiu dutinu ako makrocýkly s metínovým mostíkom. Okrem toho na každý zo štyroch pyrrolu je prikonenzovaný benzénový kruh. Ftalokya-



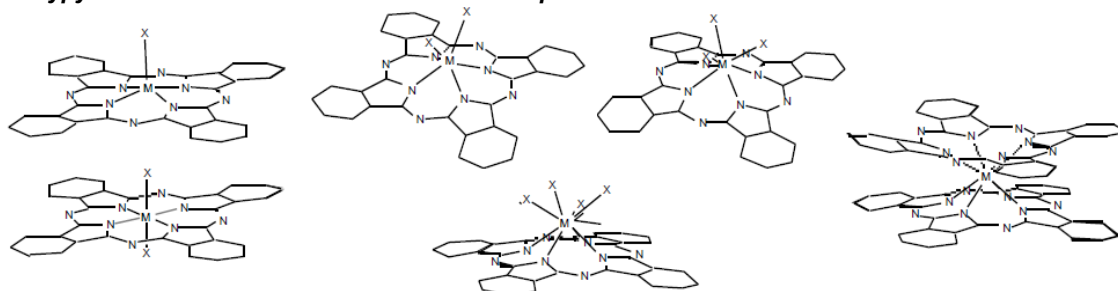
nín predstavuje planárny 18  $\pi$ -elektrónový heterocyklický aromatický systém (Obr. 2). Je zložený zo štyroch izoindolových jednotiek, ktoré sú navzájom spojené

dusíkovými mostíkmi.  $\Pi$ -elektrónový oblak sa rozprestiera nad striedajúcimi sa atómami uhlíka a dusíka a nachádza sa na oboch stranách planárnej molekuly.

Obr. 2 Štruktúry makrocyclov odvodené od porfyrínu



Obr. 3 Rôzne typy štruktúr v závislosti od oxidačného stupňa koordinovaného kovu M



Vysoko konjugovaný  $\pi$ -elektrónový systém je pôvodcom nápadnej farebnosti týchto zlúčenín a príčinou ich charakteristických elektronických a redoxných vlastností. Podobne ako porfyríny aj ftalokyaníny absorbujú v oblasti viditeľného svetla. Pri jednoduchých ftalokyanínoch je absorbované červené svetlo, kým modrá a zelená časť spektra menej. Z tohto dôvodu sa ftalokyaníny javia ako modré až zelené. V súčasnosti sú známe aj modifikované ftalokyaníny, resp. ich komplexy s kovmi purpurovej, červenej alebo fialovej farby.

## Ftalokyaníny ako flexibilné molekuly

Ftalokyaníny sú stabilné v širokom rozsahu teplotných a elektrochemických podmienok. Nesubstituované ftalokyaníny a mnohé ich substituované deriváty sú vysoko symetrické zlúčeniny. Veľa jedinečných vlastností vyplýva z delokalizácie ich  $\pi$ -elektrónov. Vysoká symetria týchto molekúl však predstavuje obmedzenia pre mnohé aplikácie. Symetrické ftalokyaníny a ich deriváty nie vždy poskytujú optimálne vlastnosti potrebné pre súčasné technologické využitie. Zníženie symetrie ftalokyanínov vhodnou substitúciou sa tak stáva zaujímavým jednak z teoretického, ale aj praktického hľadiska. Kým pre niektoré aplikácie je vhodná aj zmes izomérov, pre oblasti ako nelineárna optika je nevyhnutná prítomnosť čistého izoméru (s jednoznačne definovanou geometriou). V posledných rokoch rastie záujem predovšetkým o nesymetricky substituované ftalokyaníny a o rozvoj

nových metód, ktoré vedú k selektívnej príprave jedného izoméru (Torres, 2000). Syntéza nesymetricky substituovaných ftalokyanínov je pomerne náročná a naplno sa pri nej uplatní umenie organických syntetikov.

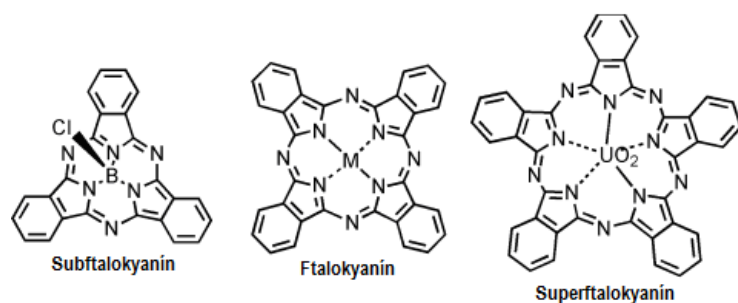
Dôležitou vlastnosťou ftalokyanínov, rovnako ako aj porfyrínov, je schopnosť viazať cez pyrolové dusíky kationy rôznych kovov. Boli pripravené deriváty s viac ako 70 rôznymi kovovými alebo nekovovými iónmi viazanými v centre makrocyclov. Centrálny atóm je kovalentne viazaný s dvoma dusíkmi ftalokyanínového kruhu a s ďalšími dvoma koordináčne. Ftalokyanín teda predstavuje tetradentálny ligand. Väčšina ftalokyanínových komplexov sú rovinné molekuly. Avšak prítomnosť objemného centrálného kovu, ktorý veľkosťou presahuje dutinu v strede makrocyclov (ako je napríklad olovo alebo cín), môže narušiť planárnu geometriu molekuly a dochádza k jej deformácii. Planárna štruktúra môže byť narušená aj naviazaním niektorých substituentov (so silnou repulziou) alebo silnou medzimolekulovou interakciou. Od kovu závisí aj typ vzniknutého komplexu. Molekule ftalokyanínu možno priradiť formálne oxidačný stav  $-2$ . Kovy v oxidačnom stupni  $+1$  sa vo ftalokyanínovom komplexe dajú ľahko nahradiť kationmi, ktoré majú silnejšie interakcie s makrocyclov. Kovy v oxidačnom stupni  $+2$  tvoria najstabilnejšie komplexy. Kovy v oxidačnom stupni  $+3$  a viac koordinujú okrem ftalokyanínu aj ďalšie axiálne ligandy (Obr. 3). V takýchto prípadoch kov mení nielen redoxné vlastnosti makrocyclov ale ovplyvňuje aj jeho agregáčnej vlastnosti.

Okrem toho niektoré kovy, najmä lantanoidy ako La, Lu a aj Hf, Eu, Zr vytvárajú sendvičové komplexy. Boli pripravené aj rôzne nesymetrické sendvičové komplexy, tvorené rôznymi ftalokyanínmi, či z ftalokyanínu a porfyrínu. Takéto komplexy vykazujú zaujímavé polovodičové charakteristiky.

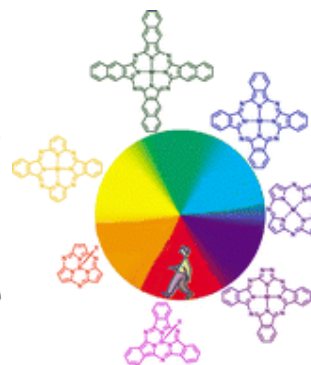
Makrocyclizáciou s bórovými zlúčeninami vzniká konkávny (*con-shaped*) ftalokyanínový analóg obsahujúci tri izoindolové jednotky (subftalokyanín). Na druhej strane

takouto reakciou so zlúčeninami uránu vzniká deformovaný ftalokyanínový analóg zložený z piatich izoindolových jednotiek tzv. superftalokyanín. Matsushita et al. (2012) nedávno uverejnili rozšírené ftalokyaníny (22  $\pi$ -elektrónový systém) s dvoma centrálnymi atómami kovu Mo alebo W (Obr. 4), ktoré boli pripravené za použitia štandardných podmienok pre makrocyclizáciu v prítomnosti močoviny.

Obr. 4 Štruktúry rôznych ftalokyanínových analógov



Obr. 5 Analógy ftalokyanínov



Existujú aj niektoré zaujímavé analógy ftalokyanínov s rôznym počtom pyrolových kruhov (Obr. 5). Všetky takéto makrocyclizáty vykazujú absorpciu vo viditeľnej oblasti v závislosti od veľkosti  $\pi$ -konjugovaného systému, a to v poradí: subftalokyaníny ~560 nm < ftalokyaníny ~680 nm < naftalokyaníny ~770 nm < antracokyaníny ~830 nm < superftalokyaníny ~920 nm. Nevýhodou je znížená stabilita, ktorá klesá s rastúcou dĺžkou  $\pi$ -konjugovaného systému. Ftalokyaníny sú obzvlášť vhodné pre priemyselné aplikácie, pretože sú veľmi stabilné, jednoducho sa pripravujú a absorbujú (v závislosti od povahy substituentov) v rozmedzí 650 až 750 nm (Wöhrle, 2012). Zaujímavé sú azulénokyaníny (štruktúrne izoméry naftalokyanínov), ktoré absorbujú až pri ~1200 nm. Organické materiály s intenzívnou absorpciou v dlhovej oblasti (750 – 1300 nm) sú dôležité pre mnoho aplikácií, vrátane termovízie, optické ukladanie dát, výrobe LCD displejov a filtrov, pre fotodynamickú terapiu, solárne články a pod (Nyokong, 2010).

Ftalokyanínový skelet možno modifikovať tromi hlavnými spôsobmi: (i) zmenou centrálného atómu; (ii) nahradením mezo-atómu dusíka; (iii) zavedením periférnych alebo axiálnych substituentov. Prvé dve možnosti sú značne obmedzené, kým periférne substitúcie prinášajú mnoho výhod. Vhodnými substituentami sa dá zvýšiť rozpustnosť ftalokyanínov v organických rozpúšťadlách a vo vode, prispôsobiť ich optické a redoxné vlastnosti, použitím vhodných skupín vytvárať supramolekulové štruktúry. Veľkou výzvou pri syntéze ftalokyanínov je zavádzanie najrôznejších substituentov do jednej alebo viacerých konkrétnych polôh na benzénových kruhoch (celkovo je možných 16 polôh pre substitúciu), čím sa

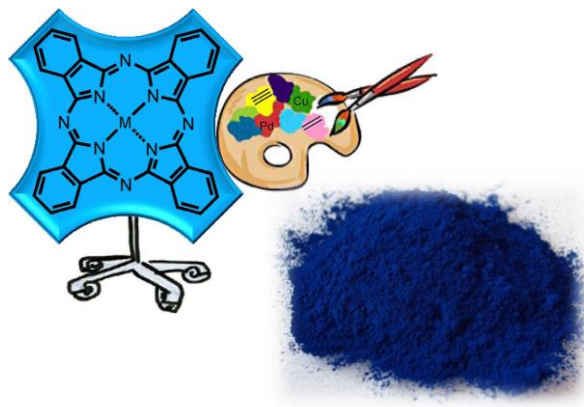
dá výrazne ovplyvniť vlastnosti celého makrocyclu, predovšetkým rozpustnosť. Notoricky známou nevýhodou nesubstituovaných derivátov je ich nerozpustnosť v organických rozpúšťadlách, čo je dôsledok agregácie medzi molekulami. Nesubstituované ftalokyaníny sú rozpustné v alifatických a chlórovaných uhľovodíkoch, alkoholoch, aprotických polárnych rozpúšťadlách menej ako  $10^{-6}$  –  $10^{-7}$  M a v aromatických rozpúšťadlách ako chinolín, 1-chlór- a 1-brómnaftalén ~ $10^{-5}$  M. Najlepším rozpúšťadlom je kyselina sírová, ktorá však protonáciou mezo-dusíkov v makrocycle mení ich optické a redoxné vlastnosti (Nemykin, 2010).

## Ftalokyaníny: staré farbivá, nové materiály

Od ich náhodného objavenia sa ftalokyaníny používajú ako veľmi stabilné farbivá a pigmenty vďaka ich intenzívnej modro-zelenej farbe, vysokej stabilite (teplotnej a chemickej), odolnosti voči svetlu, nerozpustnosti a dobrej priľnavosti k väčšine povrchov. Asi 25 % syntetických organických pigmentov je na báze ftalokyanínov a ich derivátov. Svetová produkcia ftalokyanínov je okolo 80000 ton v hodnote viac ako jednej miliardy dolárov.

Ftalokyanín medi je jedno z najviac vyrábaných farbív. Priemyselne sa pripravuje cyklotetramerizáciou anhydridu kyseliny ftalovej v prítomnosti močoviny,  $\text{CuCl}_2$  a katalyzátora, tavením pri 150 – 300 °C alebo vo vysokoviskóznom rozpúšťadle (chinolín, 1-chlórnaftalén, 1,2,4-trichlórbenzén) pri 200 °C. Vzniknutý ftalokyanín medi obsahuje určité percento nečistôt, ktoré je veľmi ťažké odstrániť.

Pre nové aplikácie ftalokyanínov v optike, elektronike a optoelektronike je nevyhnutná extrémne vysoká čistota (*very high purity*) (de la Torre, 2007). Na dosiahnutie požadovanej čistoty sú potrebné miernejšie reakčné podmienky. V takýchto prípadoch sa najčastejšie používa ako východisková látka pri cyklotetramerizácii vhodne substituovaný benzén-1,2-dikarbonitril (ftalonitril), ktorý v prítomnosti alkoholátu lítneho alebo dusíkatej bázy (1,8-diazabicyklo-[5,4,0]-undec-7-én) vo vysokovrúcom alkohole poskytne ftalokyanínový makrocyklus. V prípade ftalokyanínov s koordinovaným kovom sa pridáva ešte aj vhodná soľ kovu (McKeown, 2003).



## Ako uzreli svetlo sveta?

V roku 1928 sa bežne pripravovali ftalimidy z anhydridu kyseliny ftalovej v prítomnosti amoniaku. Práve v tej dobe sa začali pri syntéze používať železné nádoby a vzniknuté ftalimidy začali byť znečistené nerozpustným tmavomodrým farbivom. Okrem toho, sa pozorovala neobyčajná stabilita získaného produktu pri vysokej teplote. Analýzou sa stanovil empirický vzorec farbiva  $C_{26}H_{18}N_6Fe$ . O rok skôr 1927 švajčiarsky chemici H. de Diesbach a E. von der Weid získali podobnú modrú zlúčeninu reakciou benzén-1,2-dikarbonitrilu s meďnatou soľou. Neskôr v roku 1932 sa ukázalo, že obe farbivá sú železnaté a meďnaté komplexy tej istej zlúčeniny – ftalokyanínu. O objasnenie štruktúry ftalokyanínu sa zaslúžil prof. Linstead a jeho spolupracovníci. Navrhli aj spôsoby prípravy niekoľkých derivátov ftalokyanínu a rôznych ftalokyanínových komplexov, ktoré sa používajú až dodnes. Definitívne štruktúru navrhnutú Linsteadom potvrdila až röntgenová analýza, ktorá ukázala, že molekula je planárna. Linstead ako prvý nazval túto triedu organických zlúčenín termínom „ftalokyaníny“. Názov ftalokyanín je odvodený z gréckeho *naphtha* = ropa a *cyanine* = modrý (Moser, 1963).

ICI (*Imperial Chemical Industries*) britská chemická spoločnosť, jedna z najväčších na svete, patentovala ftalokyanín medi pod názvom Monastral Blue 5025.

## Ftalokyaníny pre budúcnosť

Ftalokyaníny predstavujú dôležitú skupinu organických látok skúmaných v poslednom období vďaka ich mimoriadnej štruktúrnej flexibilita a jedinečným vlastnostiam. V súčasnosti sa mnohí organickí chemici venujú chémii ftalokyanínov, ich štruktúre, syntéze, vlastnostiam a použitiu. Záujem trhu o ftalokyaníny dokazuje aj udeľovanie tisícov patentov v rôznych krajinách.

Komerčne sa začínajú používať ako fotovoltaičné materiály v solárnych fotočládkoch, zložky v polovodičových a elektronických zariadeniach, v zariadeniach na ukladanie dát, tekuté kryštály vo farebných displejoch, materiály pre nelineárnu optiku, rôzne katalytické systémy, optické prepínače a pod. (de la Torre, 2007; Claessens,

2008) Okrem toho ftalokyaníny našli uplatnenie aj vo fotodynamickej terapii. Predstavujú druhú generáciu fotosenzibilizátorov, majú aktivačné vlnové dĺžky v červenej oblasti spektra (680 nm ftalokyaníny a 780 nm naftalokyaníny) s väčším prienikom cez živé tkanivo. Taktiež majú vysoký kvantový výťažok generovania singletového kyslíka.

Pre svoje jedinečné chemické vlastnosti nachádzajú uplatnenie aj ako dezodoranty tzv. „novej generácie“, ktoré sú založené na technológii makromolekulových komplexov (bioimitácia), ktoré účinne reagujú s telesnými látkami. Majú viacero výhod v porovnaní s bežnými dezodorantmi, napr. vyššia odolnosť, ľahšia manipulácia a spracovanie. Táto vlastnosť ftalokyanínov sa začína využívať aj v cigaretových filtroch. Je známe, že tabakový dym obsahuje mutagénne a karcinogénne látky, ktoré spôsobujú vysokú chorobnosť a úmrtnosť. V snahe znížiť množstvo týchto toxických a mutagénnych látok, sa do cigariet zahŕňajú rôzne filtre na tabakový dym. Bežné filtre sú vyrobené z acetátu celulózy s aktívnym uhlím alebo bez neho a sú len čiastočne účinné. Na rozdiel od klasických filtrov, filtre na báze ftalokyanínov priaznivo odstraňujú významný podiel mutagénov a karcinogénov z cigaretového dymu, okrem toho aj zlepšujú vôňu dymu. Prečo? Deaktivujú mnohé druhy mutagénov a karcinogénov vďaka planárnej štruktúre a to tým, že s nimi vytvárajú komplexy prostredníctvom  $\pi$ - $\pi$  väzieb.

Podobne ako anorganické materiály, aj  $\pi$ -konjugované organické molekuly môžu byť použité ako polovodičové prvky v optoelektronických zariadeniach. Tento druh polovodičových materiálov má niekoľko výhod oproti konvenčným (anorganickým). Sú to predovšetkým nízke výrobné náklady, jednoduchá výroba a flexibilita štruktúr. Pojem organická elektronika zahŕňa tenkovrstvové tranzistory, elektroluminiscenčné diódy (LED) a displeje a ďalšie prvky, kde kľúčovým prvkom sú organické materiály (Dong et al., 2012). Výhodou organickej elektroniky je perspektíva použitia nízkonákladových depozičných a výrobných technológií, čo v konečnom dôsledku znamená nízku cenu finálneho výrobku. Dlhodobá stabilita organických látok stále zostáva jedným z kritických parametrov pre praktické aplikácie. Hlavným problé-



mom organických polovodičov je ich citlivosť na okolitú atmosféru, najmä kyslík a vzdušnú vlhkosť. Vďaka vysokej chemickej a termickej stabilite, dobrým polovodičovým vlastnostiam patria ftalokyaníny medzi sľubné materiály pre organickú elektroniku. Ftalokyanín medi bol vôbec prvý z N-heterocyklických polovodičov, ktorý bol študovaný pre tieto účely.

Široké všestranné uplatnenie ftalokyanínov v rôznych oblastiach špičkových technológií právom spôsobilo, že boli nazvané „zlúčeninami 21. storočia“.

## Podakovanie

Táto publikácia bola vytvorená v rámci projektu „Centrum excelentnosti pre návrh, prípravu a diagnostiku nanoštruktúr pre elektroniku a fotoniku 2“ (Nanonet2), ITMS: 26240120018 na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## Literatúra

BOYLE, R. W.; DOLPHIN, D. Structure and Biodistribution Relationships of Photodynamic Sensitizers. In *Photochemistry and Photobiology*. 64, 3, 1996, pp. 469 – 485.

CLAESSENS, C. G.; HAHN, U.; TORRES, T. Phthalocyanines: From outstanding electronic properties to emerging applications. In *Chem. Rec.* 8, 2, 2008, pp. 75 – 97.

DE LA TORRE, G.; TORRES, T.; CLAESSENS, C. G. Phthalocyanines: old dyes, new materials. Putting color in nanotechnology. In *Chem. Commun.* 20, 2007, pp. 2000 – 2015.

DONG, H. et al. Organic photoresponse materials and devices. In *Chem. Soc. Rev.* 41, 5, 2012, pp. 1754 – 1808.

HANACK, M.; CALVETE, M.; YANG, G. Y. Porphyrins and phthalocyanines as materials for optical limiting. In *Synthetic Metals*. 141, 3, 2004, pp. 231 – 243.

MARSUSHITA, O. et al. Rectangular-Shaped Expanded Phthalocyanines with Two Central Metal Atoms. In *J. Am. Chem. Soc.* 134, 7, 2012, pp. 3411 – 3418.

McKEOWN, N. B. The Synthesis of Symmetrical Phthalocyanines In *The Porphyrin Handbook* (Eds.: Kadish, K. M.; Smith, K. M.; Guillard, R.), New York : Academic Press, 2003, pp. 61 – 124.

MILLER, J. Photodynamic Therapy: The Sensitization of Cancer Cells to Light. In *Journal of Chemical Education*. 76, 5, 1999, pp. 592 – 594.

MOSER, F. H.; THOMAS, A. L. *Phthalocyanine compounds*. New York : Reinhold Publishing Co., 1963. ISBN 0278915957

NEMYKIN, V. N.; LUKYANETS, E. A. Synthesis of substituted phthalocyanines. In *ARKIVOC.*, i, 2010, pp. 136 – 208.

NYOKONG, T. Electronic Spectral and Electrochemical Behavior of Near Infrared Absorbing Metallophthalocyanines. In *Structure and Bonding: Functional Phthalocyanine Molecular Materials*. Berlin : Springer 2010, pp. 45 – 88. ISBN: 978-3-642-04751-0

SMITH, A. G.; WITTY, M. 2002. *Heme, Chlorophyll, and Bilins: Methods and Protocols*. New Jersey : Humana Press, 2002. ISBN 1-58829-111-1

TORRES, T.; DE LA TORRE, G.; CLAESSENS, C. G. Phthalocyanines: The Need for Selective Synthetic Approaches. In *Eur. J. Org. Chem.* 2000, 16, 2000, pp. 2821 – 2830.

WÖHRLE, D. Practical Applications of Phthalocyanines – from Dyes and Pigments to Materials for Optical, Electronic and Photo-electronic Devices. In *Macroheterocycles* 5, 3, 2012, pp. 191 – 202.

ZAÚJÍMAVOSTI VEDY

CHÉMIA

# Omrvinky z histórie stereochemie

doc. RNDr. Fridrich Gregaň, CSc.  
RNDr. Marek Skoršepa, PhD.

Katedra chémie, Fakulta prírodných vied UMB  
Banská Bystrica  
Fridrich.Gregan@umb.sk  
Marek.Skorsepa@umb.sk

## Úvod

Koncom štyridsiatych rokov 19. storočia sa mladý francúzsky chemik LOUIS PASTEUR (1822 – 1895) zaoberal skúmaním kyseliny vínnej a hroznovej. Obe kyseliny mali rovnaké zloženie ( $C_4H_6O_8$ ), ale kým prvá z nich otáčala rovinu polarizovaného svetla doprava, druhá bola „opticky inaktívna“. Po kryštalizácii kyseliny hroznovej (dnes hovoríme racemickej, lat. *racemus* = hrozno) spozoroval Pasteur pod lupou dva druhy kryštálov, ktoré sa na seba podobali ako predmet a jeho obraz v zrkadle, ako pravá ruka na ľavú. Opatrne oddelil jednotlivé druhy kryštálov a zistil, že obidva sú opticky aktívne. Pravotočivé kryštály boli totožné so známou pra-

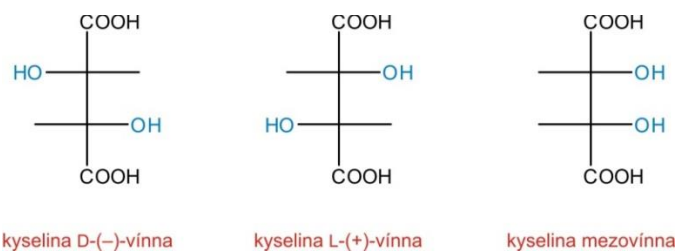
votočivou kyselinou vínnou, ľavotočivé boli kryštály dovedy neznámej formy kyseliny vínnej. Ich chemické vlastnosti boli rovnaké, rozdielne sa správali len v polarizovanom svetle. Jedna otáčala rovinu polarizovaného svetla doprava, druhá o ten istý uhol doľava. Dnes sa takéto zlúčeniny označujú ako enantioméry alebo optické antipódy.

To, aká je štruktúra týchto kyselín, ale aj ostatných organických zlúčenín, nebolo možné v tom čase povedať; neboli na to ani teoretické ani experimentálne možnosti. Napriek tomu vyslovil Pasteur postulát, ktorý sa neskôr ukázal ako pravdivý: *Ak tvoria kryštály zrkadlový obraz, budú ho tvoriť aj molekuly, pričom objekt je nestotožiteľný s vlastným zrkadlovým obrazom.*

Obr. 1 Louis Pasteur (1822 – 1895)

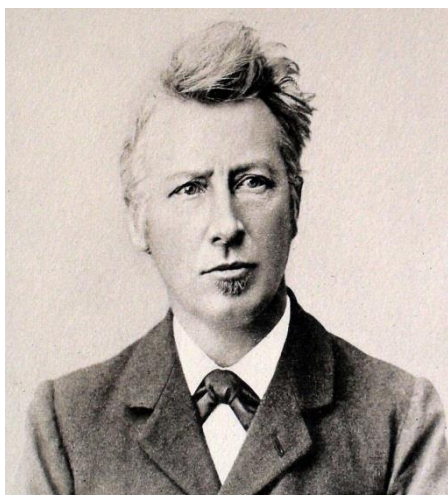


Obr. 2 Fischerova projekcia vínnych kyselín

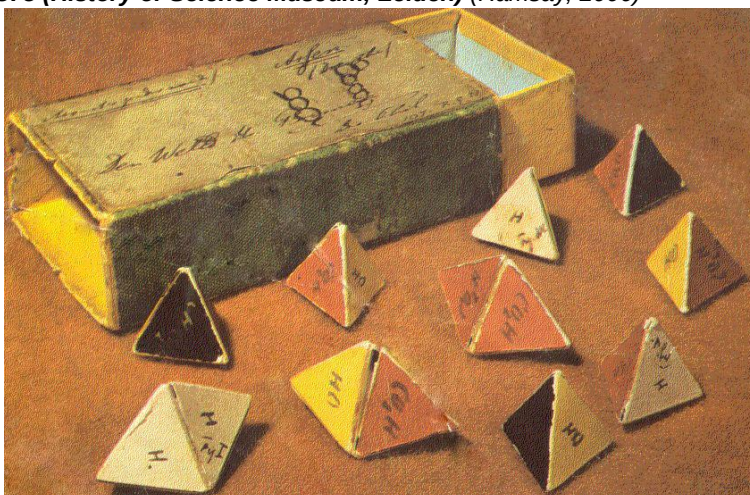


Štruktúru organických molekúl vysvetlila až v roku 1867 dodnes platná „štruktúrna teória“ spojená s menami jej tvorcov: Butlerov, Kekulé, Couper, Gerhardt. Podľa tejto teórie je atóm uhlíka v molekulách organických zlúčenín štvorvázbový a tieto väzby sú rovnocenné. Atómy uhlíka pritom môžu vytvárať reťazce priame, rozvetvené a tiež kruhové systémy. Môžu sa navzájom, ale aj s atómami iných prvkov, viazať jednoduchými, dvojíťmi a trojitými väzbami.

Obr. 3 Jacobus Henricus van't Hoff



Obr. 4 Tetraedrické modely, ktoré vyrobil van't Hoff v rokoch 1874 – 1875 (History of Science Museum, Leiden) (Ramsay, 2000)



## Ťažké začiatky stereochemie

Tohto roku uplynie presne 139 rokov od objavu, ktorý umožnil vysvetliť, ako sú štyri väzby atómu uhlíka rozmiestnené v priestore. Zaslúžili sa o to nezávisle na sebe Francúz JOSEPH ACHILLE LE BEL (1847 – 1930) a Holanďan JACOBUS HENRICUS VAN'T HOFF (1852 – 1911). Aj keď obaja vedci boli priatelia a v čase publikovania prác (1874) pracovali vo Wurtzovom laboratóriu v Paríži, podľa van't Hoffových slov nikdy nehovorili o myšlienkach, ktoré sa objavili v ich článkoch. Obe práce vznikli mimo centra chémie 19. storočia – Nemecka, avšak práca van't Hoffa, pôvodne napísaná v holandčine, s názvom „Návrh, ako previesť doteraz v chémii používané štruktúrne vzorce na vzorce priestorové“ s poznámkami o vzťahu aktívnych vlastností a chemickej konštitúcii látok, bola v roku 1877 preložená do nemčiny, čo rozhodlo o jej rozšírení a vzbudilo aj nemalý

záujem. Van't Hoff v práci napísal: *Ak chceme dať do súladu výsledky experimentálnych štúdií s teóriou, musíme pripustiť, že valencie uhlíka smerujú do vrcholov štvorstenu (tetraédra).* V dobe keď bolo známych len necelých dvadsať opticky aktívnych organických zlúčenín van't Hoff vysvetľuje: *Tetraedrálly atóm uhlíka zapríčiňuje nielen neexistenciu izomérov  $CH_2X_2$ , ale aj existenciu zrkadlových izomérov – enantiomérov.* V súčasnosti je enantiomér definovaný ako molekula, ktorá je nestotožniteľná so svojim vlastným zrkadlovým obrazom. Väzby atómu uhlíka môžu byť umiestnené trojakým spôsobom: (i) v podobe kríža, (ii) do vrcholov štvorstennej pyramídy a (iii) vo vnútri štvorstenu (Ramsay, 2000, Smik, 1988).

Skutočnosť, že van't Hoff mal v r. 1874 22 rokov a prekladateľ jeho práce do nemčiny F. Herrmann len o málo



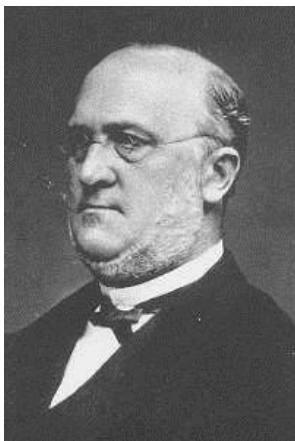
viac, a tiež fakt, že nepracovali na renomovaných univerzitách a boli v chémii začiatníkmi, prispela k vyvolaniu zdrvivúcej kritiky jedného z najznámejších nemeckých chemikov tej doby, vtedy už 67-ročného profesora HERMANA KOLBEHO (1818 – 1884). Jeho hnevu napomohlo aj to, že predhovor k prekladu van't Hoffovej knihy napísal jeho nemenej známy kolega, profesor JOHANNES ADOLF WISLICENUS (1803 – 1875). Kolbe, v časopise *Journal für praktische Chemie*, ktorého bol sám vydavateľom, komentoval van't Hoffov príspevok takto (Kolbe, 1877):

*V nedávno uverejnenom článku som označil za jednu z príčin zaostávania chemického výskumu v Nemecku nedostatok všeobecného a súčasne dôkladného chemického vzdelania, na čo trpí, na veľkú škodu vedy, aj nezanedbateľný počet našich profesorov chémie.*

*Dôsledkom toho je premnoženie, na prvý pohľad učene a duchaplné sa tváriacej buriny, ktorá je však v skutočnosti bezduchá prírodná filozofia, ktorú pred päťdesiatimi rokmi odstránili exaktní vedci, a ktorú dnes rôzni pseudovedci vyťahujú zo skladísk, v ktorých sa uchovávali omyly ľudského ducha a pokúšajú sa ju prepašovať do dobrej spoločnosti, do ktorej nepatrí, ako moderne oblečenú a čerstvo našminkovanú pobehticu.*

*Komu sa moje obavy zdajú prehnané, nech si prečíta nedávno vydanú, fantáziami prekypujúcu knihu pánov van't Hoffa a Herrmanna „O umiestnení atómov v priestore“. Ignoroval by som túto publikáciu, tak ako iné podobné, keby ju známy chemik nevzal pod ochranu a neodporučil ako zaslúžilé dielo. Akýsi Dr. J. H. van't Hoff zo Zve-rolekárskej školy v Utrechte nenachádza, ako sa zdá, záľubu v exaktnom chemickom bádani. Považoval za pohodlnejšie nasadnúť na Pegasa (pravdepodobne vypožičaného z Veterinárnej školy) a zvestovať vo svojej „Chémii v priestore“ (La chimie dans l'Espace), ako sa mu z chemického Parnasu, ktorý zdolal odvážnym letom, javí rozmiestnenie atómov v priestore.*

Obr. 5 Hermann Kolbe



*Tento spis ani nie je možné kritizovať, pretože pohrávanie sa s fantáziou úplne chýba kontakt s realitou a je celkom nezrozumiteľné triednemu chemikovi.*

*Je typické, pre dnešnú, na kritiku chudobnú a kritiku nenávidiacu dobu, že dvaja prakticky neznámi chemici, jeden z Veterinárnej školy a druhý z Poľnohospodárskeho inštitútu, posudzujú s istotou najzložitejšie problémy chémie, ktoré možno nikdy nebudú vyriešené, špeciálne otázku priestorového rozloženia atómov, a vyslovujú závery s drzosťou, ktorá vyvoláva údiv u serióznych vedcov.*

*Je príznakom doby, že sa moderní chemici cítia byť povolani nájsť vysvetlenie na všetko, avšak keď im nestačia skúsenosti, siahajú k nadprirodzenému vysvetleniu. A takéto riešenie vedec-kých otázok, len veľmi málo vzdialené od viery v bosorky a duchov, považuje Wislicenus za prípustné.*

*Wislicenus týmto vyhlásil, že vystupuje z radov exaktných prírodovedcov a prestupuje do tábora „prírodných filozofov“ neblahej pamäti, ktorých oddeľuje od špiritistov len celkom tenké „mé-dium“.*

Na Kolbeho kritiku reagoval van't Hoff v prednáške na zasadnutí Nemeckej chemickej spoločnosti v Berlíne (október 1877) s názvom „Súvis medzi optickou aktivitou a konštitúciou“:

*Teória, ktorej doteraz neprotirečí žiadna skutočnosť, sa môže overovať len experimentálne.*

*Ak si niekto myslí, hoci aj muž, ktorý sa tak zaslúžil o chémiu ako profesor Kolbe, že sa chemik nemá trápiť teóriou, pretože je ešte mladý a zamestnaný na Veterinárnej škole, ak nepovažuje za dôstojné pozdraviť predstaviteľov nových názorov tak, ako pozdravovali Homérovi hrdinovia svojich protivníkov pred bojom, potom ja tvrdím, že podobné správanie nie je možné našťastie považovať za príznak doby, ale len za príspevok k poznaniu jednotlivca.*

O niekoľko rokov van't Hoff pridal ešte ďalší komentár:

*Takýto bol debut tejto teórie. Prešlo len štrnásť rokov a Kolbe je už mŕtvy. Ale akoby iróniou osudu, na jeho miesto na univerzite v Lipsku nastúpil Wislicenus.*

Van't Hoff sa stal v roku 1901 prvým nositeľom Nobelovej ceny za chémiu, nie však za priekopnícku prácu v stereochemii, ale za práce fyzikálnochemické (presnejšie, za objav zákonov chemickej dynamiky a osmotického tlaku v roztokoch).



## Záver

Takmer 150 rokov po svojom vzniku predstavuje stereochemia význačnú oblasť organickej chémie. Bez presnej znalosti rozloženia atómov zlúčeniny v priestore by naše vedomosti v oblasti stavby prírodných látok, účinku liekov a vlastností polymérov boli neúplné a neumožnili by napríklad študovať vzťahy štruktúry a účinku nových liečiv alebo vlastností nových polymérov.

Najjemnejšia odlišnosť stereomérov je práve v prípade enantiomérov, ktoré sa líšia iba konfiguráciou. V bežných vlastnostiach sa enantioméry nelíšia, preto je prekvapujúce, že sa veľmi výrazne líšia v biologických vlastnostiach a farmakologických účinkoch. Jeden enantiomér môže byť napríklad vynikajúcim liekom, kým druhý enantiomér môže byť toxický. Keďže v organickej syntéze veľmi často vznikajú zmesi enantiomérov, jedným z najťažších úkonov separácie je práve ich oddelenie (Devínsky a kol., 2001). Príroda však problém s rozdelením enantiomérov nemá. Baktérie či kvasinky za pôsobenia enzýmov zo zmesi dvoch enantiomérov využívajú (rozkladajú) len jeden z enantiomérov, pričom ten druhý zostane neporušený.

V súvislosti s terminológiou, namiesto pôvodne používaného termínu *chirálné centrum* sa v súčasnosti používa pojem *stereogénne centrum*. Odlišnosti enantiomérov a diastereoizomérov vyplývajú aj z obr. 6 (Boháč, 1998, Heger, 2004).

Keď dnes čítame Kolbeho ostrú kritiku, uvedomujeme si, že aj veľkí vedci sú len ľudia, často neschopní pochopiť nový, rodiaci sa smer, že aj oni môžu pociťovať nadradenosť, či už kvôli svojej národnosti, veku alebo postaveniu. Musíme mať preto na pamäti výrok Paracelsa (1493 – 1541), ktorý dodnes nestratil platnosť a iste ju nestratí ani v budúcnosti:

*Nikdy nehovor „to nie je pravda“, keď to nepoznáš. Je treba bádať, aby sme poznali, poznať, aby sme rozumeli a rozumieť, aby sme mohli hodnotiť.*

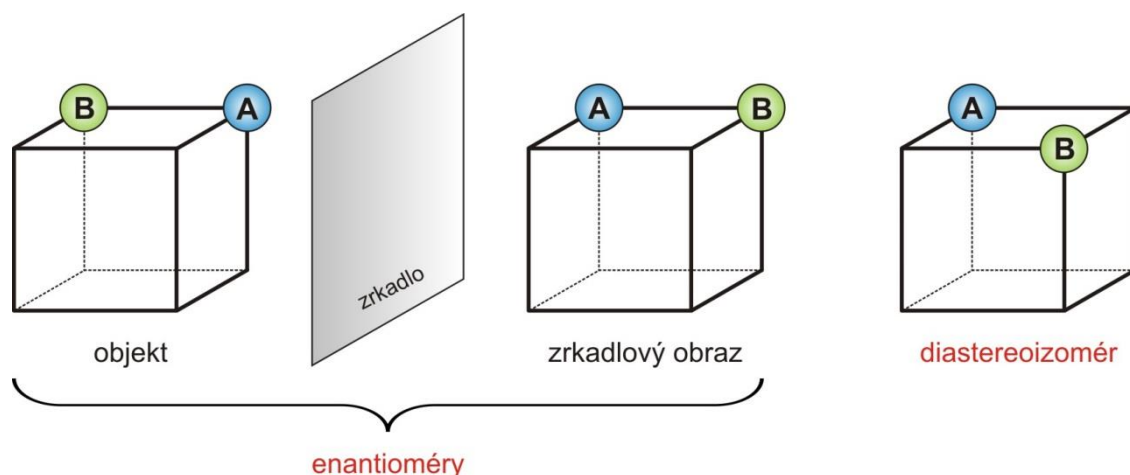
Tento príklad nie je jedinou známou komplikáciou pri presadzovaní nových názorov vo vede. Tvrdých odporcov nových teórií sa mnohokrát ani nepodarilo presvedčiť o ich správnosti a prínose. Jeden z najväčších vedcov 20. storočia, Max Planck, sa v tomto smere vyjadril veľmi výstižne (Štoll, 2005):

*Nová vedecká pravda sa nepresadzuje tým, že sa jej odporcovia dajú presvedčiť, ale skôr tak, že odporcovia pomaly vymrú a dorastajúca generácia sa s pravdou zoznamuje hneď na začiatku.*

## Literatúra

- BOHÁČ, A. *Stereoselektívna syntéza*. Bratislava : SPN, 1998.
- DEVÍNSKY, F. a kol. *Organická chémia pre farmaceutov*. Martin : Osveta, 2001.
- HEGER, J., HNÁT, J., PUTALA, M. *Názvoslovie organických zlúčenín*. Bratislava : SPN, Mladé letá, 2004.
- KOLBE, H. Zeichen der Zeit II. In *Journal für praktische Chemie*. 1877, vol. 15, 123, pp. 473 – 477.
- RAMSAY, O. B. *Stereochemia*. Bratislava : Univerzita Komenského, 2000.
- SMIK, L. *Dejiny prírodných vied so zameraním na chémiu*. Košice : UPJŠ, 1988.
- ŠTOLL, I. *Historky o slavných fyzikách a matematicích*. Praha : Prometheus, 2005.

Obr. 6 **Odlišnosti enantiomérov a diastereoizomérov**



# Projekty zamerané na výučbu vodných ekosystémov na Slovensku

RNDr. Soňa Nagyová, PhD.

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

Mgr. Igor Kokavec,  
doc. RNDr. Eva Bulánková, CSc.

Katedra ekológie  
Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

## Abstrakt

V článku sme sa zamerali na prehľad realizovaných a prebiehajúcich vzdelávacích projektov, ktoré súvisia s problematikou výučby ekológie vodných ekosystémov. Výstupy ekologicky zameraných projektov okrem iného zahŕňajú aj množstvo metodických výučbových materiálov a CD diskov, ktoré majú priame využitie vo výchovno-vzdelávacom procese. Učitelia tak získajú prehľad, aké výučbové materiály existujú, prípadne akým spôsobom ich môžu získať a následne využívať na vyučovaní alebo v mimoškolskej činnosti.

## Úvod

Ochrana vodných ekosystémov je aktuálnou témou v zmysle požiadaviek Rámcovej smernice o vode ES 2000/60. Napriek týmto požiadavkám uvedená problematika nie je dostatočne rozpracovaná v kurikulárnych dokumentoch pre predmet biológia na gymnáziách a na druhom stupni základných škôl. Učitelia biológie na gymnáziách, prípadne učitelia vyšších ročníkov základných škôl, majú možnosť získať najnovšie poznatky o vodných ekosystémoch prostredníctvom rôznych vzdelávacích projektov. Tieto informácie, získané ďalším

vzdelávaním pedagogických pracovníkov, využijú nielen na hodinách biológie základného typu, ale aj v rámci mimoškolskej krúžkovej činnosti, prípadne pri príprave svojich žiakov na rôzne prírodovedné súťaže.

## Projekty realizované na Slovensku

Mimovládna organizácia zameraná na ochranu prírody DAPHNE (Inštitút aplikovanej ekológie) zameriava svoje aktivity predovšetkým na nelesné ekosystémy. Na ich ochranu a obnovu využíva prostriedky aplikovaného výskumu. Okrem odborných aktivít v oblasti ochrany prírody sa angažuje aj v environmentálnom vzdelávaní a výchove detí v materských školách a žiakov základných škôl. Realizovaný projekt **Ekovýchova** má deťom a žiakom pomôcť pri vytváraní ich pozitívneho vzťahu k prírode prostredníctvom hier a zážitkových aktivít. Ekovýchovné programy pre základné školy sú zamerané na suchozemské aj vodné ekosystémy. Od roku 2012 sú v ponuke dva nové programy zamerané na vodný ekosystém.



Ilustračná fotografia (Anton Kohutovič, 2010)

Program **Vodný svet pod lupou** je určený pre druhý stupeň základných škôl. Príručka k programu (s rovnakým názvom) obsahuje okrem informácií o vode a jej vlastnostiach, o rozmanitosti života, o vzťahoch vo vodnom ekosystéme a vplyve rôznych narušení na biodiverzitu a kvalitu vody aj množstvo námetov na zaujímavé aktivity a pokusy pre žiakov, pracovné listy (s kľúčom správnych odpovedí), terénny protokol k exkurzii zameranej na prieskum a hodnotenie abiotických faktorov a biodiverzity makrozoobentosu vodného toku. Inštitút aplikovanej ekológie ponúka pre učiteľov základných škôl rôzne iné metodické materiály a učebné pomôcky, zamerané na podporu environmentálnej výchovy (<http://www.daphne.sk>, 2013).

Slovenská agentúra životného prostredia (SAŽP) uskutočnila v rokoch 2001 – 2003 projekt **Živá príroda**, ktorý bol zameraný na mapovanie biodiverzity okolia základných škôl. Projekt bol určený pre žiakov druhého stupňa ZŠ. Žiaci triedili rastliny a živočíchy podľa troch typov ekosystémov – lesného, lúčneho a vodného. Výstupom projektu bol CD-disk s mapou rozšírenia a výskytu rastlín a živočíchov územia Slovenskej republiky. Spomínaný projekt bol námetom pre ďalšie projekty (<http://www.sazp.sk/zivapriroda/>, 2013).

Projekt **BISEL** (Biotic Index at Secondary Education Level) vznikol v Belgicku. Opäť sa realizoval na druhom stupni slovenských základných škôl ako pokračovanie projektu **Živá príroda**, bol však zameraný iba na vodné ekosystémy. Projekt využíval modifikovanú metodiku určovania kvality tečúcich vôd v Belgicku, ktorá je zameraná na hodnotenie ekologického stavu vodných tokov pomocou makrozoobentosu. Projekt prebiehal formou exkurzií, pri ktorých žiaci na mieste vyhodnocovali a určovali odobratý biologický materiál a určovali ekologickú kvalitu vodného toku. Školy, ktoré sa projektu zúčastnili, získali výučbový CD-disk s metodikou a evidenčnými kartami. Súčasťou bol aj farebne ilustrovaný kľúč na určovanie vodných bezstavovcov. V rámci projektu bol vytvorený aj kľúč na určovanie vodných a pobrežných rastlín. Garantom projektu bolo Ministerstvo životného prostredia SR, SAŽP a SOSNA o.z. (Občianske združenie) (<http://www.sazp.sk/bisel/>, 2013).

Slovenská agentúra životného prostredia je autorom ďalšieho projektu **Zlepšenie environmentálneho povedomia v oblasti ochrany prírody a krajiny** (vrátane **NATURA 2000**). Okrem iného je cieľom projektu tvorba materiálov zameraných na výchovu a vzdelanie k ochrane prírody a krajiny a rozšírenie edukačných programov pre školy zabezpečujúcich zvyšovanie environmentálneho povedomia. V projekte boli vytvorené dva školské vzdelávacie programy – **Na túru s NATUROU** a **Ekologická stopa**. Program Na túru s NATUROU je venovaný žiakom základných aj stredných škôl. Zameriava sa na terénny prieskum výskytu rastlín a živočíchov blízkeho okolia škôl. Prieskum zahŕňa dokumentáciu nájdených druhov a prácu s internetom v podobe

prezentovania zistených poznatkov. Výstupy sú uvedené na stránke projektu a v časopisoch. Tento projekt rovnako nadväzuje na projekt **Živá príroda** a je rozšírený o používanie informačných technológií. Produktom projektovej činnosti sú rôzne metodické materiály, publikácie, príručky, pracovné listy, hry a obrázkové kľúče na určovanie rastlín a živočíchov, vytvorené pre učiteľov. Prehľad škôl zapojených do projektu a výsledky školských prieskumov sú dostupné na stránke <http://snaturou2000/>.

Medzinárodným projektom SAŽP, určeným pre žiakov základných škôl je aktuálny projekt s názvom **Hodnoty Dunaja pre základné školy, budúce generácie**. Jeho cieľom je okrem ekonomickej a sociálnej spolupráce s Maďarskou republikou zabezpečiť aj spoluprácu v oblasti životného prostredia. Projekt integruje všeobecné vedomosti a poznatky o rieke Dunaj do metodickej príručky, ktorá sa bude

zaoberať spoločnými hodnotami Dunaja z pohľadu ekológie, vodohospodárstva, histórie a kultúry. Príručka bude slúžiť ako pomôcka pre environmentálnu výchovu. Úlohou vzdelávacích inštitúcií bude jej zakomponovanie do výchovno-vzdelávacieho procesu. Spracovaná metodika má byť tiež otestovaná v priebehu spoločných medzinárodných kempov (SAŽP, Hodnoty Dunaja).

Od roku 2010 do konca roka 2013 prebieha projekt s akronymom WATLIFE (Posilnenie povedomia verejnosti o význame vody pre život, jej ochrany a udržateľného využívania). Ide o projekt LIFE 08 EÚ na riešení ktorého sa podieľa Výskumný ústav vodohospodársky, Slovenská agentúra životného prostredia a DAPHNE. Projekt sa sústreďuje na zamedzenie znehodnotenia vodných zdrojov. Zameriava sa na posilnenie povedomia verejnosti a zainteresovaných strán o význame vody. Na webovej stránke: <http://www.vodajezivot.sk/> sú zverejnené základné informácie o projekte, ktorý zahŕňa aj vzdelávanie mládeže a detí uskutočňované hlavne už predtým spomínanými aktivitami DAPHNE určenými predovšetkým pre mladšie vekové skupiny.

Vzdelávací program Bratislavskej vodárenskej spoločnosti, a. s. Modrá škola má za cieľ systematické budovanie pozitívneho vzťahu mladých ľudí k pitnej vode ako produktu, ktorý má svoju hodnotu rovnako ako každý iný produkt potrebný pre život človeka ([www.modraskola.sk](http://www.modraskola.sk)).

## Projekt AquaWis

Medzinárodný vzdelávací projekt environmentálnej výchovy **Voda, prameň života a poznania** (akronym **AquaWis**) realizovala Prírodovedecká fakulta UK v Bratislave v spolupráci s Univerzitou Duisburg-Essen v Es-sene, Nemecko. Tento projekt (trval od augusta 2008 do septembra 2010) ponúkal učiteľom biológie na gymnáziách a vybraným učiteľom druhého stupňa ZŠ námety na výučbu ekológie vodných ekosystémov.



S finančnou podporou Nemeckej spolkovej nadácie životného prostredia (Deutsche Bundesstiftung Umwelt) sa mohol uskutočniť cyklus rôznych vzdelávacích aktivít – školenia, odborné prednášky, sprievodné exkurzie a pracovné stretnutia – workshopy.

V *prvej časti* projektu prebehli v oboch krajinách trojdňové školenia učiteľov. Na základe prednášok a získaných metodických materiálov zúčastnení učitelia dokázali pripraviť pre svojich žiakov zaujímavé a pútavé hodiny ekológie a terénne exkurzie k potoku v blízkosti svojej školy. V rámci teoretického vzdelávania sa učitelia oboznámili so základnými ekologickými procesmi prebiehajúcimi v tečúcich vodách a živočíchmi dna tečúcich vôd; s metodikou posudzovania kvality vody podľa Rámcovej smernice o vode (ES 2000/60). Naučili sa používať pracovné materiály vyhotovené univerzitou v Essene (terénne protokoly, určovací kľúč bentických bezstavovcov); pripraviť a zrealizovať exkurzie so žiakmi; hodnotiť rôzne narušené úseky toku pod vedením vysokoškolských pracovníkov; ekologicky vyhodnotiť skúmaný tok a i.

Na trojdňovom záverečnom workshope vo Vysokých Tatrách všetci zúčastnení zo Slovenska aj Nemecka (vysokoškolskí pracovníci, vybraní učitelia so svojimi žiakmi) prezentovali svoje výsledky.

Obr. 1 Terénne práce učiteľov biológie



Obr. 2 Workshop (Vysoké Tatry) – RNDr. Renáta Kunová, PhD. so svojimi žiačkami (Gymnázium Janka Kráľa, Zlaté Moravce)



V *druhej časti* projektu vybraní učitelia zrealizovali exkurzie na rôzne narušených úsekoch toku s cieľom ekologicky ich vyhodnotiť na základe zberu živočíchov z dna toku (makrozoobentosu) a následného použitia pracovných materiálov – určovacieho kľúča a hodnotiaceho formulára. Riešitelia projektu poskytli zúčastneným žiakom školenie o príprave posterov a Ppt-prezentácií na záverečný workshop, ktorý bol súčasťou *tretej* projektovej časti.

Jedným z výstupov medzinárodného projektu AquaWis je výučbový CD-disk, ktorý je použiteľný aj bez prepojenia s internetom a ktorého obsahom sú pre učiteľa biológie cenné materiály, venované nasledovným témam: *tečúce vody ako vodný ekosystém; pozdĺžna zonácia tečúcich vôd; hry na precvičenie si znalostí z determinácie makrozoobentosu; a terénne protokoly*; Podrobné informácie o projekte nájdete na stránke projektu (<http://www.aquawis.eu>, 2013).

Celkovo sa projektu zúčastnilo 31 učiteľov a cca 200 žiakov predovšetkým z gymnázií a druhého stupňa základných škôl. Niektorí z nich svoje výsledky prezentovali na národných aj medzinárodných súťažiach, kde získali významné ocenenia (Bulánková, Nagyová, 2012).

## Projekt Aqua

Pokračovaním projektu AquaWis je vzdelávací projekt **Život a voda – modelové aplikácie a námety k výučbe biológie na gymnáziách** (akronym **AQUA**). Tento projekt bol podporený Kultúrnou a edukačnou agentúrou MŠ SR (KEGA) a začal sa v apríli 2012 (ukončenie projektu – október 2014). Rieši sa na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave. Cieľom projektu je šíriť osvetu o vodných ekosystémoch tak, aby učitelia mohli žiakom kvalifikovane a pútavo sprístupniť tému Život a voda a vyučovanie tak spojili aj s bádáním v prírode. Projekt sa okrem vzdelávacích aktivít a exkurzií pre učiteľov orientuje aj na tvorbu výučbových materiálov k predmetu biológia pre prvý ročník gymnázií, v ktorom je ťažiskom práve téma vodných ekosystémov (tematický celok Život a voda). Vodný ekosystém tu slúži ako prostriedok pochopenia vzťahov medzi organizmami a prostredím ako aj organizmami navzájom (Višňovská, Ušáková a kol., 2012).

Vodné ekosystémy sú ideálnym modelovým objektom na výučbu biológie so zameraním na ekológiu. Poznaním vzťahov prebiehajúcich v tečúcich i stojatých vodách sa dajú vysvetliť takmer všetky ekologické pojmy. Z tohto poznania vychádza aj projekt Život a voda – modelové aplikácie a námety k výučbe biológie na gymnáziách s akronymom Aqua. Vytvorenie a následné využívanie metodických materiálov bude viesť súčasne k zvýšeniu environmentálneho povedomia mladej generácie a vytvoreniu si kladného vzťahu k prírode (<http://www.aquawis.eu/aqua/>, 2013).



Obr. 3 *Exkurzia (biologická stanica Šúr)*



Obr. 4 *Určovanie makrozoobentosu*



Projekt Aqua pozostáva z troch častí – v prvej časti sa učitelia oboznámili s problematikou tečúcich vôd a dostali skriptá k tejto problematike (Bulánková, Stloukalová, Korte, 2012, Bulánková, Stloukalová, 2012), druhá časť projektu sa venovala stojatým vodám. Projekt sa dostáva do poslednej fázy, kedy bude vytvorená učebnica a v nej skompletizované všetky teoretické poznatky získané na kurzoch. Učebnica bude doplnená o DVD nosič, kde budú sústredené všetky metodické materiály, vytvorené v tomto projekte. Viac sa o projekte Aqua dozviete v nasledujúcom príspevku a v ďalších článkoch uverejnených v tomto časopise.

## Záver

Učebný predmet biológia poskytuje v rámci Štátneho vzdelávacieho programu (ISCED 3) základný systém poznatkov o živej prírode, ako predkladu formovania **prírodovednej gramotnosti**. Poznanie zákonov, ktorými sa riadi živá príroda, je základom pre pochopenie jej fungovania ako celku. Toto poznanie je zároveň nevyhnutným predpokladom zodpovedného prístupu k prírode ako aj k sebe samému. Výučbové materiály, ako výstupy projektu AquaWis a Aqua sú prispôbené aktuálnym kurikulárnym požiadavkám vyučovania biológie na gymnáziách a v poslednom ročníku ZŠ. Používaním vytvorených metodických materiálov vo výchovno-vzdelávacom procese žiaci získajú prehľad o základných ekologických súvislostiach, ktoré im umožnia pochopiť stratégie vedúce k udržaniu trvalého rozvoja a ochrany vodných ekosystémov. Navyše žiaci svojou bádateľskou činnosťou získajú kladný vzťah k prírode, čo prispeje aj k zvýšeniu ich environmentálneho povedomia.

## Podakovanie

Článok vznikol s podporou grantového projektu KEGA č. 073UK-4/2012 „Život a voda – modelové aplikácie a námety k výučbe biológie na gymnáziách“.

## Literatúra

- BULÁNKOVÁ, E., NAGYOVÁ, S. Spolupráca gymnázií s Prírodovedeckou fakultou UK. In *Naša univerzita*, roč. 58, 2012, č. 5: s. 18. ISSN 1338-4163
- BULÁNKOVÁ, E., STLOUKALOVÁ, V. *Hodnotenie tečúcich vôd*. Bratislava : Univerzita Komenského, 2012, 71 pp.
- BULÁNKOVÁ, E., STLOUKALOVÁ, V., KORTE, T. *Bentické bezstavovce*. Bratislava : Univerzita Komenského, 2012, 76 pp.
- KORTE, T., BULÁNKOVÁ, E., LEŠKOVÁ, J. Ako učiť ekológiu pútavo alebo projekt „AquaWis“. In *Biológia, ekológia, chémia*, roč. 12, 2008, č. 4, s. 23 – 25. ISSN 1335-8960
- VIŠŇOVSKÁ, J., UŠÁKOVÁ, K., ČIPKOVÁ, E., GÁLOVÁ, T., IHRINGOVÁ, E., KRAJČIOVÁ, D., MIŠKOVIČOVÁ-HUNČÍKOVÁ, I., NAGYOVÁ, S., PIKNOVÁ, Z., RUŽEKOVÁ, M., UHEREKOVÁ, M. *Biológia 1. Biológia pre 1. ročník gymnázia*. Bratislava : EXPOL PEDAGOGIKA, s.r.o., 3. upravené vydanie : SPN, 2012, 204 s., ISBN 978-80-8091-263-5
- Daphne*. Inštitút aplikovanej ekológie. Dostupné na [www: <http://www.daphne.sk>](http://www.daphne.sk) (08.09.2013)
- Živá príroda*. Dostupné na [www: <http://www.sazp.sk/zivapriroda/>](http://www.sazp.sk/zivapriroda/) (08.09.2013)
- Živá príroda. Program BISEL*. Dostupné na [www: <http://www.sazp.sk/bisel/>](http://www.sazp.sk/bisel/) (10.09.2013)
- Na túru s NATUROU*. Dostupné na [www: <http://snaturou2000.sk/>](http://snaturou2000.sk/) (12.09.2013)
- Environmentálno-edukačný projekt pre učiteľov biológie a ich žiakov. AquaWis*. Dostupné na [www: <http://www.aquawis.eu/>](http://www.aquawis.eu/) (15.09.2013)
- Aqua*. Dostupné na [www: <http://www.aquawis.eu/aqua/>](http://www.aquawis.eu/aqua/) (15.09.2013)

# Vzdelávanie učiteľov biológie o vodných ekosystémoch

doc. RNDr. Eva Bulánková, CSc.

Katedra ekológie  
Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava

## Abstrakt

Hodnotenie stojatých vôd nemá zatiaľ v Európe štandardizované metódy ako je to u tečúcich vôd, preto sme demonštrovali vplyv environmentálnych faktorov stojatých vôd na základe poznania štruktúry makrozoobentosu pomocou BMWP indexu a prítomnosti vodných rastlín.

## Úvod

Ako sme už informovali v časopise Biológia, ekológia a chémia (Nagyová, Kokavec, Bulánková, in press) vzdelávanie stredoškolských učiteľov o vodných ekosystémoch sa na Slovensku uskutočňuje v rámci projektu „Život a voda – modelové aplikácie a námety k výučbe biológie na gymnáziách“ (akronym Aqua). V rámci projektu, ktorý bol podporený Kultúrnou a edukačnou agentúrou MŠ SR (KEGA) a začal v apríli 2012 boli uskutočnené dva typy workshopov, v roku 2012 workshop venovaný tečúcim vodám a v roku 2013 workshop o stojatých vodách. Cieľom workshopov bolo oboznámiť učiteľov o podmienkach fungovania jednotlivých typov vodných ekosystémov a demonštrovať získané poznatky priamo v prírode.

Všetky tieto vedomosti môžu potom učelia využiť na hodinách biológie alebo pri príprave žiakov na environmentálne súťaže. Cieľom tohto príspevku je poskytnúť učiteľom informáciu o hodnotení stojatých vôd.

## Metódy

Hodnotenie stojatých vôd nemá v EÚ zatiaľ pevne štandardizované metódy ako je to u tečúcich vôd. Posudzovanie vychádza z rovnakých princípov ako pre tečúce vody, v súlade s Rámcovou smernicou o vode 2000/60 ES, t.j. uskutočňuje sa na základe biologických prvkov. U bentických bezstavovcov (makrozoobentosu) sa osvedčil index BMWP (Walley, Hawkes, 1996), ktorý vyjadruje zastúpenie čeladi makrozoobentosu na základe ich tolerancie ku organickému znečisteniu. Pri hodnotení stojatých vôd sa zohľadňuje aj zastúpenie vodných rastlín – makrofytov, ktoré predstavujú dôležitý habitat pre bentické bezstavovce. Každému zaznamenanému rastlinnému druhu sme priradili MI (Mass Index), teda príslušnú hodnotu z päťčlennej semikvantitatívnej škály (1 – rare, 2 – occasional, 3 – frequent, 4 – abundant, 5 – very abundant; Kohler, 1978), ktorá sa u menších stojatých vôd vyjadruje s ohľadom na celú nádrž (Hrivnák et al., 2007).

Na demonštráciu vplyvu mikrohabitatu sme robili odber z anorganického substrátu (štrk, piesok) a z organických substrátov (makrofyt a rozkladajúcich sa organických zvyškov – detritu). Odber makrozoobentosu sme robili z anorganických substrátov a detritu kicking technikou (rozkopaním dna do hĺbky cca 5 – 10 cm) pomocou hydrobiologickej sieťky rozmerov 25 x 25 cm a z makrofytov smýkaním submerznej (ponorenej) vegetácie. Učelia môžu použiť pri odbere aj kuchynské sitko s malými okami a hydrobiologickú sieťku z akvaristických potrieb.

Chemicko-fyzikálne vlastnosti vody sme zisťovali pomocou kompaktného laboratória na testovanie vody Aquamerck R.

## Charakteristika lokalít

Posudzovanie vplyvu environmentálnych faktorov stojatých vôd sme robili na 3 štrkoviskách v Biologickej stanici NR Šúr. Lok.1 predstavovalo najväčšie štrkovisko, málo zatienené pobrežnou vegetáciou s max. hĺbkou cca 3 m. Lok. 2 sa nachádzala v tesnej blízkosti, avšak je menšej rozlohy a viac zatienená vrbami a trstinou. Najmenšiu rozlohu mala lok. 3, ktorá predstavovala cca 1,30 m hlbokú jamu, sezónne vysychajúcu, z jedného okraja zatienenú pálkami.

## Výsledky a diskusia

Zoznam taxónov makrofytov je uvedený v tab. 1 a zoznam taxónov bentických bezstavovcov určených do čeladi je uvedený v tab. 2.

Tab. 1 Makrofyty zistené na 3 lokalitách v BS NR Šúr s uvedením MI (Mass Index)

| Taxon/TRS                                         | lok. 1 | lok. 2 | lok. 3 |
|---------------------------------------------------|--------|--------|--------|
| <i>Eleocharis palustris</i> – bahnička močiarna   | 2      | 1      | 1      |
| <i>Myriophyllum</i> sp. – stolístok               | 4      | 4      | -      |
| <i>Ceratophyllum demersum</i> – rožkatec ponorený | 4      | 4      | -      |
| <i>Lemna minor</i> – žaburinka menšia             | 1      | 1      | 1      |
| <i>Lemna trisulca</i> – žaburinka trojbrázdová    | 1      | 5      | -      |
| <i>Phragmites australis</i> – trst' obyčajná      | 1      | 5      | -      |
| <i>Typha</i> sp. – pálka                          | 1      |        | 2      |



Tab. 2 Zoznam taxónov bezstavovcov zistených na 3 lokalitách v BS NR Šúr s uvedením BMWP skóre

| Taxon/skóre                         | lok. 1    | lok. 2    | lok. 3    |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Turbellaria – ploskulice</b>     |           |           |           |
| Planariidae                         | 5         |           |           |
| <b>Oligochaeta – máloštetinavce</b> | 1         |           |           |
| <b>Hirudinea – pijavice</b>         |           |           |           |
| Erpobdellidae                       | 3         |           |           |
| <b>Ephemeroptera – podenky</b>      |           |           |           |
| Baetidae                            | 4         | 4         | 4         |
| <b>Odonata – vážky</b>              |           |           |           |
| Platycnemididae                     | 6         |           |           |
| Coenagrionidae                      | 6         |           |           |
| Aeshnidae                           | 8         |           |           |
| Libellulidae                        | 8         |           |           |
| <b>Heteroptera – bzdochy</b>        |           |           |           |
| Micronectidae                       | 5         |           | 5         |
| Naucoridae                          | 5         | 5         |           |
| Nepidae                             | 5         |           |           |
| <b>Coleoptera – chrobáky</b>        |           |           |           |
| Dytiscidae                          | 5         | 5         | 5         |
| <b>Diptera – dvojkrídlovce</b>      |           |           |           |
| Chironomidae                        | 2         |           |           |
| Culicidae                           | 2         |           |           |
| <b>BMWP index</b>                   | <b>65</b> | <b>14</b> | <b>14</b> |

**Vysvetlivky:** lok. 1 – veľké štrkovisko, lok. 2 – menšie štrkovisko, lok. 3 – najmenšie štrkovisko. Vyššia hodnota BMWP znamená prítomnosť bezstavovcov s vyššími nárokmi na obsah kyslíka vo vode.

Okrem toho sme zisťovali aj obsah fosforu vo vode, kde nepatrne hodnoty boli namerané len u lok. 2 – stredne veľké štrkovisko.

Najvyšší počet taxónov bentických bezstavovcov a makrofytov sme zistili v najväčšom štrkovisku. Stredne veľké štrkovisko bolo zarastené na celej hladine žaburinkou trojbrázdovou (*Lemna trisulca*) a z makrozoobentosu dominovali štipavice (*Illyocoris cimicoides*) z čeľ. Naucoridae, čo môže indikovať eutrofizáciu. Na lok. 3 sa vyskytovali druhy znášajúce vysychanie s rýchlym vývinom alebo schopné rýchlo zmeniť stanovište preletením sa na iný biotop.

Za základe našich výsledkov môžeme konštatovať, že väčšia rozmanitosť prostredia podmieňuje väčšiu rozmanitosť bioty a rozličné fyzikálno-chemické podmienky prostredia spôsobujú formovanie rozmanitých hydrocenóz.

Posudzovanie ekologického stavu je komplikované či už pomocou makrozoobentosu alebo makrofytov, čo potvrdili výsledky z medzinárodného projektu WISER (Hering et al., 2013), v rámci ktorého porovnali 300 hodnotiacich metód.



## Záver

Pre učiteľov stredných škôl sme pripravili workshop o stojatých vodách, v rámci ktorého si osvojili nielen teoretické, ale aj praktické znalosti o stojatých vodách. Naučili sa posúdiť vplyv environmentálnych faktorov na základe poznania štruktúry makrozoobentosu pomocou indexu BMWP a prítomnosti makrofytov, ktoré predstavujú dôležitý habitat pre bentos.

Projektu sa zúčastnili učitelia, ktorí budú využívať získané poznatky pri vyučovaní biológie alebo pri príprave žiakov na environmentálne projekty či súťaže. Prihlásení učitelia prejavovali veľký záujem o prácu teréne, ale aj o pomerne náročné prednášky prezentované vysokoškolskými špecialistami na výučbu hydrobiológie.

## Podakovanie

V príspevku uvádzame aj výsledky, ktoré sú čiastkovým výstupom riešenia grantového projektu KEGA č. 073UK-4/2012 „Život a voda – modelové aplikácie a námety k výučbe biológie na gymnáziách“. Za prípravu a prezentáciu prednášok ďakujeme Dr. Silvii Kubalovej, PhD., RNDr. Pavlovi Berackovi, PhD., RNDr. Tomášovi Derkovi, PhD. a RNDr. Daniele Kalaninovej.

## Literatúra

- Directive/2000/60/EC of the European Parliament and of the Council – Establishing a framework for community action in the field of water policy. Brussels, Belgium, 23 October 2000.
- HERING, D., BORJA, A., CARVALHO, L. Assessment and recovery of European water bodies: key messages from the WISER project. In *Hydrobiologia*, 704 (2013), pp 1 – 9.
- HRIVNÁK, R., OŤAHELOVÁ, H., VALACHOVIČ, M. Vodná a močiarna vegetácia na Slovensku – súčasné výsledky výskumu a pohľad späť. In *Zprávy Čes. Bot. Společ.*, Praha, 42, Mater. 22 (2007), pp. 29 – 38.
- KOHLER, A. Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. In *Landschaft & Stadt*, 10 (1978), pp. 73 – 85.
- NAGYOVÁ, S., KOKAVEC, I., BULÁNKOVÁ, E. Projekty zamerané na výučbu vodných ekosystémov na Slovensku. In *Biológia, ekológia, chémia*, Vol. 17, 2013, No. 2, pp. 23 – 26. ISSN 1338-1024
- WALLEY, W. H., HAWKES, H. A. A computer-based reappraisal of the Biological Monitoring Working Party score system using data from the 1990 river quality survey of England and Wales. *Wat. Res.*, 30 (1996), pp. 2086 – 2094.

# Príklad využitia školského počítačového meracieho systému vo vyučovaní chémie

Mgr. Vladimír Gašparík  
Mgr. Csaba Igaz, PhD.

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

## Úvod

Školské počítačové meracie systémy umožňujú merať a spracovávať rôzne fyzikálnochemické veličiny (teplota, tlak, vodivosť, pH...) meniace sa v priebehu chemickej reakcie a skúmať tak chemický pokus nie len kvalitatívne, ale i kvantitatívne. Chemické pokusy na školách sa takto môžu viac priblížiť k súčasnej modernej chémii, ktorá je postavená na využívaní meracích prístrojov. Dnes sú prístupné viaceré meracie systémy (napr. CoachLab, eLab Interfejs, LabQuest, LabQuest Mini, CBL

2, NOVA 5000, LogIT, Xplorer GLX, Spark) (1, 2, 3), ktoré umožňujú realizáciu školských chemických pokusov s kvantitatívnym charakterom.

Významom a efektivitou využitia meracích systémov v školskom pokusníctve (4, 5, 6, 7), ako i návrhmi konkrétnych pokusov (8, 9, 10) sa zaoberá viacero autorov. Článok sa venuje ukážke využitia počítačového meracieho systému na príklade pokusu „Horenie“.

## Školský chemický pokus „Horenie“

### Pomôcky

školský počítačový merací systém so vstupmi pre 4 senzory (napr. LabQuest1), senzor na meranie teploty, relatívnej vlhkosti, plyného  $O_2$  a  $CO_2$ , sklená vanička vhodnej veľkosti (napr. 30 cm dĺžka, 20 cm šírka a 15 cm výška), magnetické miešadlo, kadička nízka (priemer 55 mm), žihací téglik (výška 33 mm), piesok, lepiaca páska, nožnice, zapaľovač, drevená špajdľa, vhodne upravený polystyrén (viď poznámky k zostrojeniu aparatury), striekačka na etanol, čierne pozadie

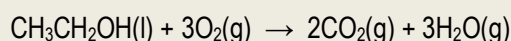
### Chemikálie

etanol (konc.)

### Princíp

Horením etanolu sa spotrebúva kyslík a vzniká oxid uhličitý a vodná para (rastie relatívna vlhkosť). Pri horení sa uvoľňuje teplo a teplota prostredia rastie.

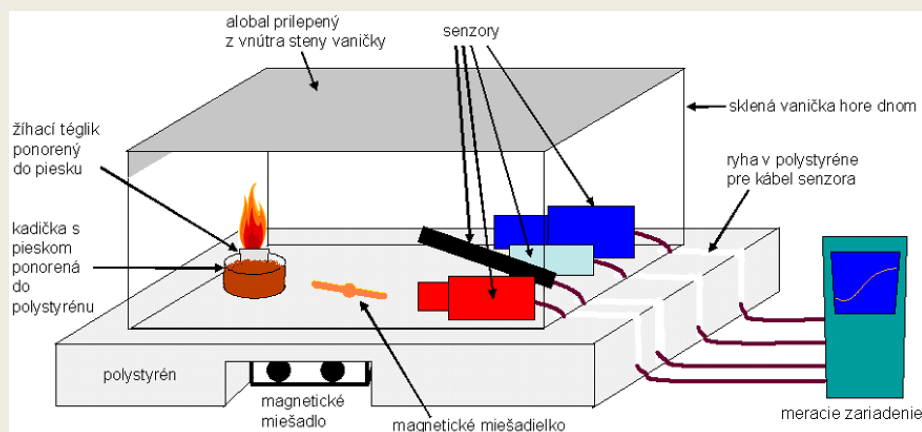
### Chemická rovnica



### Pracovný postup

Zostrojte aparaturu podľa obrázku č. 1. (fotografie aparatury sú na obrázkoch č. 2 a 3).

Obr. 1 Schéma aparatury



## Poznámky k zostrojeniu aparatury

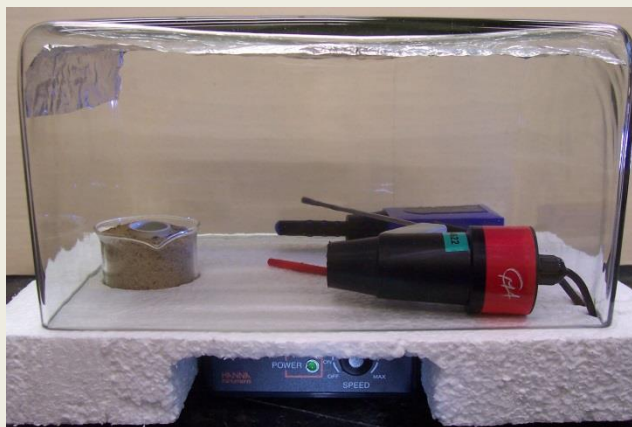
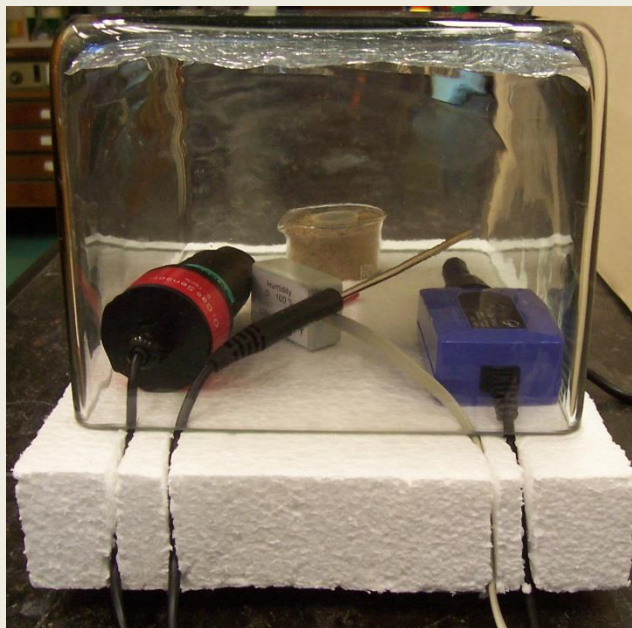
- Polystyrén vhodnej veľkosti upravíme tak, aby v ňom boli:
- Zo spodnej strany miesto pre magnetické miešadlo, pričom hrúbka polystyrénu nad miešadlom a teda i vzdialenosť medzi miešadlom a miešadielkom je max. 4 – 5 mm.
- Otvor pre kadičku (tak, aby otvor tesne priliehal ku stene kadičky).
- Ryhy pre káble senzorov.
- Žihací téglík je ponorený do piesku v kadičke, ktorá je vsunutá do otvoru v polystyréne – je to zabezpečenie proti prevrhnutiu téglíka (prevrhnutie počas pokusu by mohlo spôsobiť poškodenie senzorov).
- Sensory umiestnite na plochu polystyrénu a ich káble zastrčte do rýh v polystyréne. Voľný priestor v ryhách, cez ktorý by sa mohol vymieňať vzduch počas pokusu, môžete prelepiť zhora lepiacou páskou.
- Teplotný senzor je prítomný aj z dôvodu bezpečnosti senzorov – ak by teplota stúpila nad 40 °C, prerušíte pokus.
- Na dno sklenej vaničky z vnútornej strany (a ďalej ešte aj 2 cm na stenu, ktorá bude najbližšie k plameňu) nalepte hrubší alobal (hrúbka 0,02 mm) tak, aby medzi alobalom a sklenenou stenou bol ešte voľný priestor asi 2 mm. Lepiacu pásku prilepíte na rohy alobalu (teda čo najďalej od tepelného sálania plameňa). Alobal chráni sklo pred prasknutím, spôsobeným teplom plameňa.

Sensory zapojte do meracieho zariadenia, nastavte čas merania 200 s a pre frekvenciu merania nastavte 6 s na 1 meranie. Umiestnite magnetické miešadlo a miešadielko a nastavte vhodné otáčky (miešadlo slúži na homogenizáciu plynnej zmesi počas pokusu). Striekačkou doplňte etanol do žihacieho téglíka po okraj. Hore dnom otočenú sklenú vaničku umiestnite na polystyrén tak, aby sa vytvorila vzduchotesná komora. Zapáľte špajdlu, zapnite meranie, podvihnite okraj vaničky pri téglíku s etanolom, špajdlou zapáľte etanol a opäť prikryte. Zaznačte si čas prikrytia sústavy. Pre lepšie pozorovanie plameňa, umiestnite čierne pozadie k jednej zo stien vaničky. Na grafoch sledujte priebežnú zmenu obsahu kyslíka a oxidu uhličitého, relatívnej vlhkosti a teploty. Zaznačte si čas vyhasnutia plameňa, pričom pokračujte v meraní až do 200 s. Výsledky interpretujte.

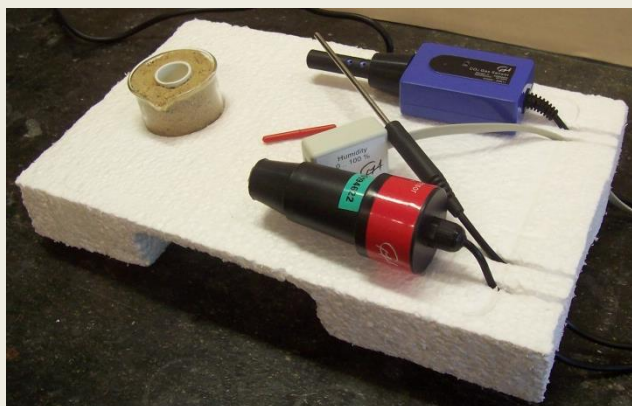
## Úlohy pre žiakov

- Vysvetlite priebeh grafov nameraných počas pokusu.
- Napíšte chemickú rovnicu reakcie.
- Vysvetlite, prečo sme použili magnetické miešadlo.
- Pokúste sa vysvetliť, prečo podľa grafu obsah kyslíka klesal aj po vyhasnutí plameňa.

Obr. 2 Aparatúra



Obr. 3 Aparatúra bez sklenej vaničky





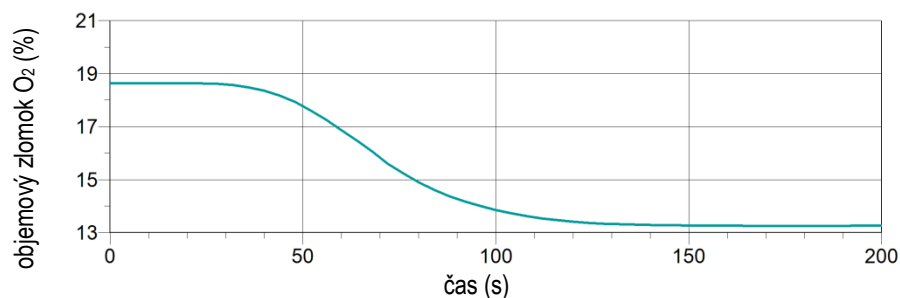
Pre názornosť uvádzame grafické spracovanie experimentálnych údajov zariadením Lab-Quest: Čas prikrytia sústavy po zapálení etanolu bol 17 s a čas vyhasnutia plameňa bol 73 s. Teplota v aparátúre pred pokusom bola 22 °C a počas pokusu stúpala o 4 °C.

Kyslík sa počas horenia spotrebúva, preto jeho zastúpenie počas pokusu klesá. Oxid uhličitý a vodná para sa naopak produkujú, preto zastúpenie oxidu uhličitého počas pokusu stúpa a zvyšuje sa relatívna vlhkosť (obr. č. 4 – 6). Horenie je exotermická reakcia, ktorá produkuje teplo a teplota počas pokusu v aparátúre stúpa. Zvyšovanie teploty v aparátúre je iba mierne, pričom produkcia vodnej pary je značná, preto relatívna vlhkosť v aparátúre rastie.

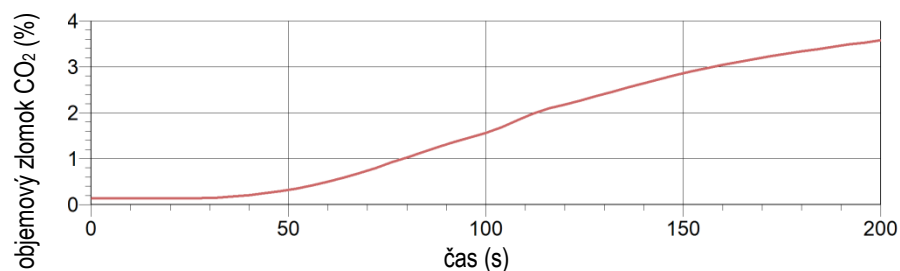
## Zaradenie pokusu

Opísaný školský pokus je vhodný pre hodiny chémie na základných školách i gymnáziách. Na základnej škole v 7. ročníku pri téme „Chemické reakcie“ a „Horenie“, v 8. ročníku pri téme „Oxidy v životnom prostredí“. Na gymnáziách v 1. ročníku pri téme „Chemické reakcie“ a v 2. ročníku pri téme „p-prvky“.

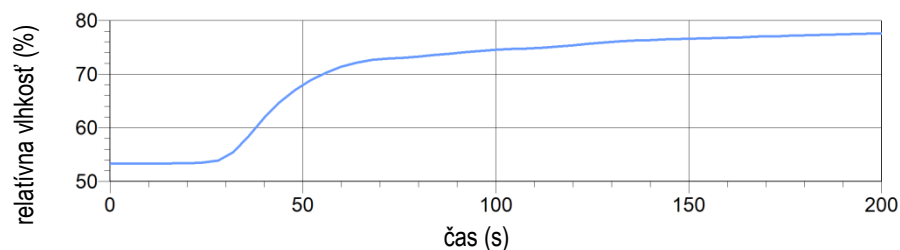
Obr. 4 Graf závislosti objemového zlomku  $O_2$  (%) v aparátúre od času



Obr. 5 Graf závislosti objemového zlomku  $CO_2$  (%) v aparátúre od času



Obr. 6 Graf závislosti relatívnej vlhkosti (%) v aparátúre od času



## Literatúra

1. STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E., ŠMEJKAL, P. Školní chemické experimentování s pomocí měřících přístrojů a počítače. [online] Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Katedra učitelství a didaktiky chemie. [cit. 2012-03-06] Dostupné na internete: <[http://everest.natur.cuni.cz/konference/2009/prispevek/stratilova\\_smejkal.pdf](http://everest.natur.cuni.cz/konference/2009/prispevek/stratilova_smejkal.pdf)>.
2. STANĚK, M. Pasco: Edukační platforma pro podporu výuky chemie. In *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX : 2. část: Přehledové studie a krátké informace*. ISBN 978-80-7041-839-0, Univerzita Hradec Králové : Gaudeamus, 2009, s. 390 – 394.
3. PROKŠA, M., SILNÝ, P., TÓTHOVÁ, A. *Technika a didaktika školských pokusov z chémie*. 1. vyd. Bratislava : Univerzita Komenského, 2005, 161 s., ISBN 80-223-1943-0
4. STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E. Jaké jsou postoje žáků k použití měřících přístrojů ve vyučování chemie?. In *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX : 2. část: Přehledové studie a krátké informace*. ISBN 978-80-7041-839-0, Univerzita Hradec Králové : Gaudeamus, 2009, s. 395 – 401.
5. TÓTHOVÁ, A., PROKŠA, M. Možnosť využitia meracieho zariadenia CBL 2 pri realizácii laboratórnych cvičení na základných a stredných školách. In *Biológia, ekológia, chémia*. ISSN 1335-8960, 2003, roč. 8, č. 1, s. 6 – 12.
6. METCALF, S. J., TINKER, R. F. Probeware and Handhelds in Elementary and Middle School Science, In *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 13, No. 1, March 2004, str. 43 – 49.
7. ZUCKER, A. A. a kol. Learning Science in Grades 3–8 Using Probeware and Computers: Findings from the TEEMSS II Project, In *Journal of Science Education and Technology*, 2008.

8. BÍLEK, M., POPPER, F. „Chemie v žaludku“ a počítačem podporovaný školní chemický experiment. In *Mezinárodní seminář : Informační technologie ve výuce chemie*. ISBN 80-7041-198-8, Univerzita Hradec Králové : Gaudeamus, 2004, s. 185 – 189.
9. TÓTHOVÁ, A., MARSALOVÁ, N. Titrácie s použitím meracieho systému CBL 2. In *Chemické rozhlady*. ISSN 1335-8391, 2002, č. 2, s. 31 – 39.
10. SKORŠEPA, M., MELICHERČÍK, M. Stanovenie niektorých potenciometrických charakteristík asimilačných orgánov ihličnatých stromov (počítačom podporovaný experiment). In *Mezinárodní seminář : Informační technologie ve výuce chemie*. ISBN 80-7041-198-8, Univerzita Hradec Králové : Gaudeamus, 2004, s. 190 – 197.

## Ako prispievajú k miskoncepciám učebnice chémie

doc. Ing. Ján Reguli, CSc.

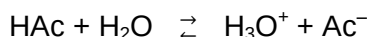
Katedra chémie,  
Pedagogická fakulta TU, Trnava

Každý žiak prichádza do školy s určitými predstavami, ako fungujú deje okolo neho. So žiackymi prekonceptmi skúsení učitelia samozrejme počítajú a ak sú šikovní, môžu na ne pri svojom výklade nadviazať. Súčasne učitelia vedia, že oveľa ľahšie je naučiť niečo žiaka s „prázdnu hlavou“, než takého, ktorý príde s utvrdenými miskoncepciami.

Niekedy sa však podarí miskoncepce dostať aj do učebnice. Nesprávne informácie alebo dokonca zlé vysvetlenia uvedené v učebniciach predstavujú pre učiteľov veľkú pascu. Menej ostrieľaný učiteľ uverí autorom učebnice a preberie ponúkané informácie bez uvažovania o nich. Učiteľ, ktorý zlé vysvetlenia odhalí, musí potom čeliť nedôvere žiakov, ktorí samozrejme skôr veria učebnici – však tú určite písali odborníci a teda čo je písané v učebnici, to musí byť pravda.

Nezaoberám sa špeciálne vyhľadávaním učebnicových miskoncepcií (tomuto sa venujú internetové portály pod názvom BAD SCIENCE), v tomto príspevku by som chcel upozorniť na jednu, s ktorou sa stretávam už dlhodobo a ku ktorej prispieva aj text novej slovenskej učebnice *Chémia pre 1. ročník gymnázií* (Expol Pedagogika 2010).

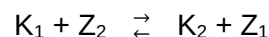
Do základného učiva chémie v prvom ročníku gymnázií patrí teória kyselín a zásad. V rámci Brønstedovej teórie kyselín a zásad sa zavádza pojem *konjugovanej kyseliny a konjugovanej zásady*, ktoré spolu vytvárajú *konjugovaný pár*. Vo vodnom roztoku kyseliny octovej dochádza k jej čiastočnej disociácii, ktorú opisujeme rovnicou (zjednodušene si tu octan označíme Ac):



V tejto rovnici máme dva konjugované páry: kyselinu HAc a jej konjugovanú zásadu  $\text{Ac}^-$  a zásadu  $\text{H}_2\text{O}$  a jej konjugovanú kyselinu  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

Rovnovážna konštanta tejto reakcie (čo je v podstate disociačná konštanta kyseliny octovej) má pri 25 °C hodnotu  $K_{\text{HAc}} = 1,75 \cdot 10^{-5}$ . Takáto malá hodnota poukazuje nato, že rovnováha tejto reakcie je posunutá doľava. Inými slovami, disociovaná je približne len jedna zo sto molekúl kyseliny octovej. Preto o kyseline octovej hovoríme, že je to slabá kyselina.

V uvedenej rovnici, ktorú si môžeme schematicky napísať aj v tvare



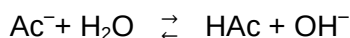
máme dva konjugované páry (označené indexami „1“ a „2“). Keďže spätná reakcia  $\text{Z}_1 + \text{K}_2$  prebieha takmer úplne (jej rovnovážna konštanta je  $5,714 \cdot 10^4$ ), môžeme o jej reaktantoch tvrdiť, že  $\text{K}_2$  je silná kyselina a  $\text{Z}_1$  je silná zásada.

Na ľavej strane týchto rovníc teda máme slabú kyselinu a slabú zásadu, a na pravej im konjugované páry – silnú zásadu a silnú kyselinu.

Zatiaľ je všetko v poriadku. Na nasledujúcej strane učebnice sa však rieši vzťah medzi kyselinami a ich konjugovanými zásadami, kde sa uvádza (v rámečku s výkričníkom ako „dôležité učivo“): **„Čím je kyselina silnejšia, tým je jej konjugovaná zásada slabšia. Čím je kyselina slabšia, tým je jej konjugovaná zásada silnejšia.“** Ešte stále by sme mohli súhlasiť, keby sa v predchádzajúcom odseku nepísalo, že: **„Konjugované zásady slabých kyselín**, ako sú napríklad  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{NH}_3$ , patria medzi látky, ktoré reagujú s vodou, pričom viažu z jej molekúl protó-

ny.“ Prvá chyba je, že medzi tieto príklady nepatrí  $\text{NH}_3$  (keďže ide o konjugovanú zásadu „silnej kyseliny“  $\text{NH}_4^+$ ).

Z uvedeného textu pre čitateľa vyplynie, že octanový ión vo vode predstavuje silnú zásadu a že teda zreaguje s vodou. Rovnovážna konštanta reakcie



(ktorú voláme aj hydrolytická konštanta) má ale pre 25 °C hodnotu  $K_{\text{Ac}^-} = 5,714 \cdot 10^{-10}$ . Rovnováha tejto reakcie je teda posunutá úplne doľava. Nemôžeme tvrdiť, že octanové anióny zreagujú s vodou, pretože toto platí len (približne) pre každý stotisíc anión (t. j. jeden zo 100 000 aniónov, pričom 99 999 ich tam zostane ako  $\text{Ac}^-$ ). T. j., ak sme hovorili, že kyselina octová je slabá kyselina, teraz môžeme povedať, že octanový anión je veľmi veľmi slabá zásada (slovo veľmi je tu uvedené dvakrát naschvál). Samozrejme tých veľmi málo vzniknutých iónov  $\text{OH}^-$  postačuje nato, aby bol roztok octanu sodného slabo zásaditý.

Aby bolo úplne jasné, o čom hovorím: Nijako spolu nemôžu reagovať slabá kyselina so silnou zásadou (inak by sme v jednej vete predpokladali vysokú aj nízku hodnotu rovnovážnej konštanty danej protolytickej reakcie).

Sila kyselín a zásad je vždy len vzájomná. Octanový anión je silnou zásadou vo vzťahu (v kontakte) so silnou kyselinou  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Kyselina octová je slabou kyselinou vo vode, rovnako ako je octanový anión vo vode veľmi slabou zásadou. (Pripomínam, že platí  $K_{\text{HAc}} \times K_{\text{Ac}^-} = K_{\text{v}}$ .) A v rovnici, opisujúcej hydrolyzu octanu je kyselina octová silnou kyselinou.

Analogicky: Ak je amoniak vo vode slabou zásadou, amónny kation je silnou kyselinou oproti aniónu  $\text{OH}^-$ . Amónny kation vzniknutý disociáciou chloridu amónneho vo vode je však len veľmi slabou kyselinou (a preto len veľmi veľmi málo reaguje so slabou zásadou  $\text{H}_2\text{O}$  – čo ale postačuje, aby bol tento roztok slabo kyslý).

Môže sa zdať, že ide o nedôležitý detail v množstve poznatkov, ktoré chémia v prvom ročníku gymnázia prináša (a najmä keď ide o rozširujúce učivo). Premýšľajúci študent ale musí pocítiť diskrepanciu s predchádzajúcim učivom o chemickej rovnováhe, kde sa hovorí o tom, čo znamená vysoká resp. nízka hodnota rovnovážnej konštanty.

Vyskúšajte si vo svojom okolí, že ide o jednu z najrozšírenejších miskoncepcií medzi študentmi i učiteľmi – takmer každý si predstavuje, že hydrolyza soli zo slabej kyseliny a silnej zásady (alebo naopak soli zo silnej kyseliny a slabej zásady) skutočne prebieha v smere doprava a v roztoku nájdeme najmä molekuly danej slabej kyseliny resp. slabej zásady.

Ak by to skutočne tak bolo, ako sa uvádza aj v tejto učebnici, že v roztoku octanu amónneho hydrolyzuje aj octanový anión aj amónny kation, tento roztok by takmer neobsahoval ióny a musel by byť rovnako málo vodivý ako destilovaná voda.

Keďže ide o rozširujúce učivo, nie je asi možné ho rozširovať ešte viac. Základná informácia, že sila kyseliny/zásady je len relatívny pojem a platí pre dané látky len v danej sústave, by sa však do textu mal dostať.

Vážení čitatelia,

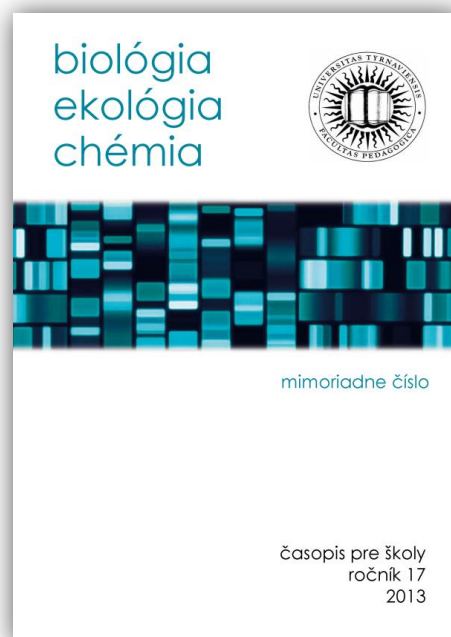
odporúčame Vám do pozornosti mimoriadne číslo časopisu *Biológia, ekológia, chémia*, ktoré bolo vydané z príležitosti ukončenia projektu „Rozvoj Centra excelentnosti na využitie informačných biomakromolekúl na zlepšenie kvality života“ (ITMS 26240120027) spolufinancovaného Európskou úniou. Na realizácii projektu sa podieľali pracovníci Prírodovedeckej fakulty UK, Lekárskej fakulty UK, Fakulty matematiky, fyziky a informatiky UK, Farmaceutickej fakulty UK, Virologického ústavu SAV a Ústavu molekulárnej biológie SAV.

Snahou autorov článkov bolo priblížiť niektoré nové poznatky z oblasti biomedicínskeho výskumu čitateľom z radov študentov i pedagógov všetkých typov škôl.

*Biológia, ekológia, chémia*,

ročník 17, 2013, mimoriadne číslo, ISSN 1338-1024

[http://bech.truni.sk/prilohy/BECH\\_MC\\_2013.pdf](http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_MC_2013.pdf)





ISSN 1338-1024