biológia
ekológia
chémia

časopis pre školy
ročník 19
číslo 2
2015

biológia
ekológia
chémia

časopis pre školy
ročník 19
číslo 2
2015

ISSN 1338-1024

rubriky

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

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

NOVÉ UČEBNICE
nové učebnice z biológie, ekológie, chémie

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

NAPÍSALI STE NÁM
námety, otázky čitateľov

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

RECENZIE
posúdenie nových publikácií z odborov

OSOBNOSTI A VÝROČIA
profil osobností z chemických a biologických vied, jubileá

NÁZORY A POLEMIKY
diskusie z korešpondencie čitateľov

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

PREČÍTALI SME ZA VÁS
upozornenie na zaujímavé články, knihy, weby

Fotografia na titulnej strane: Anton Kohutovič

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 štvrťročne a je bezplatne prístupný na stránkach http://bech.truni.sk/

ISSN 1338-1024

obsah

DIDAKTIKA PREDMETU

2
Požiadavky na tvorbu a hodnotenie edukačného softvéru z hľadiska úrovne kognitívneho vývinu žiakov a študentov, ktorým je určený
Milan Veselský

7
Inovovaný štátny vzdelávací program predmetu biológia pre nižšie stredné vzdelávanie (základné školy)
Mariana Páleníková, Soňa Nagyová

11
Úroveň osvojenia biologických pojmov tematického celku „Biológia bunky a všeobecné vlastnosti živých sústav“ žiakmi gymnázia
Katarína Ušáková, D. Kancírová

ZAUJÍMAVOSTI VEDY

21
Transport Na^+, K^+ a Mg^{2+} cez epitel bachora prežúvavcov
Martin Daňo, Michal Galamboš, Oľga Rosskopfová

NÁPADY A POSTREHY

25
Využitie zoologických záhrad, chovných a rehabilitačných staníc živočíchov pri vzdelávaní budúcich učiteľov biológie
Peter Urban, Marcela Adamcová, Radovan Malina

INFORMUJEME, PREDSTAVUJEME

35
Konferencia o výučbe ochrany prírody na vysokých školách
Juraj Švajda, Peter Urban

recenzenti

PaedDr. Mgr. Viola Gazdíková, PhD.
doc. PaedDr. Zuzana Haláková, PhD.
PaedDr. Katarína Kotuľáková, PhD.
RNDr. Soňa Nagyová, PhD.
RNDr. Tibor Nagy, PhD.

Požiadavky na tvorbu a hodnotenie edukačného softvéru z hľadiska úrovne kognitívneho vývinu žiakov a študentov, ktorým je určený

PhDr. Milan Veselský, CSc.
Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky
Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
veselsky@fns.uniba.sk

Abstract

Author of the article deals with the requirement of adequacy of educational software level of cognitive development of pupils and students. For each stage of cognitive development users of the software formulate a number of principles or ideas that should accept software makers. The relevant principles and ideas should also be part of the evaluation criteria of quality educational software.

Úvod

Využívanie informačných a komunikačných technológií (ďalej IKT) vrátane edukačných softvérov a materiálov sa stalo bežnou praxou na základných, stredných a vysokých školách. Východiskovým predpokladom ich efektívneho využívania je, aby nebolo samoúčelné, zamerané na vonkajší efekt alebo prestíž školy, ale aby IKT sa stali integrálnou súčasťou vyučovania a učebných činností žiakov. Miera integrácie týchto prostriedkov do vyučovania závisí od viacerých faktorov. Okrem obmedzení v technickom a softvérovom vybavení jednotlivých škôl a školských tried, možno uvažovať o postojoch a prístupe učiteľov a vedenia škôl k využívaniu IKT v škole a tiež o kvalifikácii a skúsenostiach učiteľov s prácou s rôznymi technológiami, softvérmi a technologickými prostriedkami. V poslednom období sa diskutuje o vplyve akademickej kultúry v školách, v rámci ktorej sú IKT a edukačný softvér ako prostriedky edukácie na vyučovaní a pri učení sa žiakov profilované a tiež hodnotené v rôznej miere.

Nás bude primárne zaujímať kvalita edukačných elektronických softvérov a učebných materiálov, od ktorej sa nepochybne odvíja kvalita a efektivita edukačného procesu a učenia sa žiakov. Na určenie kvality uvedených digitálnych prostriedkov sú potrebné merné nástroje. Pri ich konštruovaní je nevyhnutné reflektovať aj teórie, princípy, aj výskumné zistenia psychológie a pedagogiky, ktoré popisujú a vysvetľujú procesy a výsledky učenia a vyučovania v kontexte faktorov a činiteľov, ktoré ich ovplyvňujú. Pedagogické a psychologické vedy rozpracovávajú koncepty, ktoré sú s učením, a teda aj s učením sa žiakov bezprostredne prepojené, a mali by sa brať do úvahy aj pri konštruovaní hodnotiacich kritérií edukačných softvérov a elektronických učebných materiálov. Ide najmä o koncepty: osobnosť, motivácia, kognitívne a učebné štýly, inteligencia, kognitívny vývin a iné.

Hrubišková a Karolčík (2013) sa zaoberajú požiadavkami na edukačný softvér z hľadiska rešpektovania individuálnych rozdielov medzi žiakmi, konkrétne rozdielov v pozornosti, typoch a úrovni inteligencie, kognitívnych a učebných štýloch žiakov, rozdielnych učebných stratégiách a preferovanej učebnej motivácie žiakov. Náš príspevok sa venuje z uvedeného hľadiska kognitívnemu vývinu žiakov.

Súlad edukačného softvéru a elektronických učebných materiálov s kognitívnym vývinom žiakov, pre ktorých sú učené, je jedným z podstatných požiadaviek alebo východísk jeho konštruovania. Znamená to, aby tieto prostriedky v svojej náročnosti na kognitívne funkcie neboli pre žiakov ani triviálne, príliš jednoduché a tým aj málo podnetné, ale tiež aby neboli pre nich príliš obťažné, ťažko zvládnuteľné, spôsobujúce kognitívny stres a zlyhanie žiakov. Optimálne je, aby svojou náročnosťou využívali kognitívne výdobytky žiakov určitého veku a zároveň svojimi podnetmi a nárokmi ich rozvíjali.

Edukačný softvér vo vzťahu k úrovniam kognitívneho vývinu žiakov a študentov

Relevantnou teóriou, ktorá poskytuje určité rámce pre tvorbu a hodnotenie digitálnych edukačných softvérov a materiálov z hľadiska ich kognitívnej náročnosti pre žiakov, je **teória kognitívneho vývinu Jeana Piageta**. Podľa Piageta (1953; 1970; Piaget, Inhelderová, 1970; Slavin, 1991, 2003; Veselský, 2004) ľudský subjekt neprijíma informácie, neučí sa pasívne, ale získava vedomosti, rozvíja svoje myšlienkové štruktúry na základe vlastných činností v procese interakcie so svetom. Jeho správanie v značnej miere závisí od toho, ako si vysvetľuje, interpretuje prostredie v ktorom sa nachádza. Dôležitú rolu v kognitívnom vývine jednotlivca zohráva zretie. Podľa Piageta majú pokroky v kognitívnom fungovaní jednotlivca charakter štyroch, po sebe nasledu-

júcich, kvalitatívne odlišných vývinových štádií. Každé štádium charakterizuje súbor organizovaných poznávacích štruktúr alebo schém. J. Piaget postuloval štyri štádia kognitívneho vývinu: senzomotorické štádium (do 2 rokov), predoperačné štádium (od 2 do 7 rokov), štádium konkrétnych operácií (od 7 do 11 rokov) a štádium formálnych operácií (od 11 rokov). Vymedzené vekové hranice jednotlivých štádií sú iba orientačné, keďže závisia tiež od individuálnych rozdielov. Navyše, časť žiakov vôbec nemusí dosiahnuť štvrté v poradí, štádium formálnych operácií, podobne ako mnohí adolescenti a starší ľudia nedosiahnu úroveň postformálneho myslenia, koncept ktorého rozpracovali nasledovníci práce J. Piageta (Sinnott, 1998).

V **senzomotorickom štádiu** sa utvárajú prvé schémy jednotlivca. Spočiatku slúžia na preskúmavanie a poznávanie vlastného tela. Tým že si deti všímajú dôsledky do schém organizovaných činností, získavajú skúsenosti nielen so spôsobmi zaobchádzania s predmetmi, ale poznávajú aj samotné predmety. Objavuje sa zámerné konanie, pri ktorom dieťa poznáva príčinný charakter svojich činností. Približne v 9-tom mesiaci sa objavujú mentálne reprezentácie, predstavy, resp. obrazy alebo symboly, ktoré v mysli dieťaťa zastupujú reálne objekty. Používanie symbolov, predstáv umožňuje deťom premýšľať o predmetoch a javoch a vo vzťahu k nim zámerne konať.

Pre deti v senzomotorickom štádiu je typické učenie pokusom a omylom, keď sa pokúšajú náhodným spôsobom uskutočniť svoj zámer. Úkony, ktoré vedú k cieľu sú zosilnené a majú tendenciu sa v podobných situáciách v budúcnosti opakovať, zatiaľ čo činnosti, ktoré k cieľu nevedú, sa zoslabujú a vytrácajú sa z repertoáru správania.

Ku koncu tohto štádia deti nadobúdajú schopnosti riešenia problému. Znamená to, že dokážu pri riešení relatívne jednoduchých problémových situácií uplatniť myslenie. Problémovú situáciu si reprezentujú v svojej mysli, na úrovni predstáv manipulujú s jej elementmi, čo môže viesť k úspešnému riešeniu problému.

Učenie sa detí vo veku do dvoch rokov môžu uľahčovať rôzne elektronické hračky, keď dieťa stlačením tlačidla, dotykom na obrazovku reaguje na určité obrázky, farebné svetlá, zvuky alebo na pokyny učiteľa a následne je konfrontované s odpoveďami systému, ktoré majú charakter spätnej väzby, ktorá môže mať posilňujúci účinok. Zvukové alebo obrazové zariadenia možno tiež využívať u detí so zmyslovým postihom.

Na rozhraní senzomotorického a predoperačného štádia možno deťom prostredníctvom počítačov zadávať jednoduché, obrazne znázornené problémy s cieľom odhaliť určitý vzťah, resp. súvislosť medzi prezentovanými objektmi.

Vlastnosti učebného softvéru

- obrazový charakter sprostredkovaných informácií;
- realistické znázornenie objektov, ktoré sú často zastúpené v bezprostrednej skúsenosti detí;
- úlohy určené na odhalenie vzťahov medzi jednotlivými tlačidlami a ich funkciami;
- jednoduché úlohy na odhalenie vzťahov medzi prezentovanými objektmi a ich vlastnosťami;

V **predoperačnom štádiu** narastá v poznávaní dieťaťa význam mentálnych reprezentácií. Prejaví sa to v rozvoji reči, keď si dieťa osvojuje symbolický význam rastúceho počtu slov a slovných spojení. Prejavom reprezentatívnej funkcie je tiež oddialená imitácia, ktorá umožňuje dieťaťu napodobňovať pohybové činnosti modelu s časovým oddialením. Mentálne reprezentácie sa uplatňujú tiež v hrových aktivitách detí. Typické sú imaginatívne hry alebo hry s predstieraním. V týchto hrách deti používajú určité objekty ako zastupujúce iné objekty alebo prehrávajú roly ľudí, tak ako ich majú odpozorované. V hrách sa uplatňuje a rozvíja ich fantázia.

Myslenie dieťaťa v tomto štádiu je predlogické alebo intuitívne. Keďže je závislé od aktuálneho vnímania, zaužíval sa názov názorné myslenie. Predlogičnosť myslenia sa prejavuje v nelogickom slede krokov pri usudzovaní a vo vnášaní príčinno-dôsledkových vzťahov do náhodného súbežného alebo následného výskytu javov.

Myslenie dieťaťa v tomto štádiu je tiež obmedzené egocentrizmom. Deti majú ťažkosti predstaviť si veci alebo situácie z pohľadu inej osoby ako aj zobrať do úvahy názory, postoje, potreby a záujmy iných ľudí. Pre egocentrický spôsob uvažovania detí predškolského veku je typická tendencia hľadať priame a jednoznačné príčiny všetkých situácií. Odmietajú náhodu, ktorá ich zneisťuje. Ich vysvetleniam chýba logika (Vágnerová, 2000). Egocentrizmus detí sa postupne zmierňuje.

Výdobytkom tohto štádia je uplatňovanie kategorizácie v myslení, keď deti dokážu zaobchádzať s predmetmi ako s jednotkami nejakej skupiny. Uplatňujú pri tom iba jedno klasifikačné kritérium. Na sklonku predoperačného štádia si deti začnú uvedomovať rozdiely medzi fantáziou a skutočnosťou.

Dieťa v predoperačnom štádiu je už schopné s väčšou presnosťou si osvojiť a v hrových činnostiach aj uplatňovať spojenia medzi určitými tlačidlami a vyvolanými akciami (činnosťami) systému, ako aj osvojiť si určité sekvencie stlačení na dosiahnutie určitého efektu (Woolard, 2011). Technologické prostriedky sú vhodné aj na učenie detí asociáciám medzi obrázkami a cudzojazyčnými ekvivalentmi slov rodného jazyka. Postupne od 4. roku dieťa za asistencie učiteľa alebo rodiča si dokáže osvojiť určité postupnosti stlačení, resp. činností s doty-

kovým perom na displeji, ktorých dôsledkom je určitá následnosť zobrazených udalostí, ktorá vyjadruje spôsob ako dieťa chápe svet a seba samého. Podobne môže mať dieťa k dispozícii „virtuálnu skladačku“, ktorá mu umožňuje zoskupovať elementy podľa určitých vzorov alebo vlastnej fantázie.

Riešenie vhodne volených úloh, ktoré majú pre dieťa pochopiteľný obsah a sú pre neho dostatočne realistické, prispieva nielen k rozvíjaniu poznania dieťaťa, ale pomáha mu tiež pri prekonávaní egocentrického myslenia. Podmienkou je podávanie priebežných inštrukcií dieťaťu, ako aj bezprostredná spätná väzba na odpovede dieťaťa od učiteľa (inštruktora) alebo od samotného systému. Vhodné je posilňovať správne odpovede alebo riešenia dieťaťa prezentovanými obrázkami alebo symbolmi. Inštrukčnú a motivačnú funkciu môže prevziať tiež virtuálna postavička, ktorá je súčasťou učebného programu.

Predoperačné štádium je tiež vhodná doba na rozvíjanie schopností a zručností detí triediť, usporadúvať určité objekty alebo ich vyhľadávať podľa daného pravidla. K dispozícii sú rôzne počítačové programy, ktoré takéto učenie umožňujú (Woolard, 2011).

Vlastnosti učebného softvéru

- obrazový charakter sprostredkovaných informácií s vyjadrením jednoduchých vzťahov medzi zobrazenými objektmi;
- úlohy na kategorizáciu objektov, ktoré sú zastúpené v bezprostrednej skúsenosti detí alebo si ich dokážu predstaviť;
- edukačné počítačové hry majú jednoduché pravidlá a ich hranie zohľadňuje málo rozvinutú jemnú motoriku detí;
- edukačné počítačové hry poskytujú možnosť identifikácie dieťaťa s postavou z hry, čo má výchovný alebo motivačný význam;

Myslenie detí v **štádiu konkrétnych operácií** je pri poznávaní reálneho sveta a jeho zákonitostí, v porovnaní s predošlým štádiom kvalitatívne funkčnejšie. Charakteristickou črtou tohto štádia je odklon od egocentrického a nástup sociocentrického myslenia. Táto vymoženosť umožňuje deťom nazerať na veci z perspektívy iných ľudí a chápať ich motiváciu. Je tiež predpokladom chápania kauzálnych súvislostí procesov a udalostí.

Deti v tomto štádiu si osvoja poňatie stálosti (zachovania) fyzikálnych vlastností vecí. Podstatnou zmenou v uvažovaní je využívanie konkrétnych mentálnych operácií, zvnútornených činností, ktoré umožňujú účelným spôsobom meniť dané informácie. Deti sú tiež schopné decentralizácie, keď dokážu sústrediť svoju pozornosť na niekoľko vlastností, aspektov predmetov a udalostí súčasne, čo im umožňuje chápať vzťahy medzi dimenziami (vlastnosťami), napríklad v úlohách so zachovaním hmotnosti, objemu, dĺžky, plochy a pod.. Ďalším výdobytkom tohto štúdia je chápanie základných logických pravidiel: zásady identity, zásady tranzitivity, pravidla inverzie a reciprocity, zásady multiplicity tried a vzťahov. Deti sú schopné uplatňovať relačné myslenie, uvažovať o celku a častiach zároveň, klasifikovať objekty podľa viacerých vlastností a vytvárať komplexnejšie klasifikačné systémy s hierarchickou organizáciou.

Myslenie detí v štádiu konkrétnych operácií je ešte stále obmedzené poznanou konkrétnou skutočnosťou a od nej sa odvíjajúcou obrazotvornosťou. Nedokážu uvažovať o abstraktných pojmoch, vzťahoch, ideách a tiež zohľadňovať v myslení hypotetické podmienky alebo riešiť hypotetické (ireálne) problémové situácie. Úroveň myslenia v tomto štádiu ešte neumožňuje deťom úspešne riešiť komplexnejšie problémy alebo sylogizmy.

Pokroky v poznávacích funkciách poskytujú značné možnosti vo využívaní IKT, edukačného softvéru a digitálnych materiálov, predovšetkým na základných školách. Dôležitou aplikáciou teórie do školskej praxe je uplatňovanie názornosti na vyučovaní. Príklady pojmov, procesov a javov možno žiakom sprostredkovať v prezentáciách vo forme obrázkov, názorných schém, videosekvencií, animácií alebo simulácií. Dôležité je, aby boli pre žiakov dostatočne konkrétne a názorné. Žiaci by mali mať príležitosť pracovať s programami na spracovanie údajov s možnosťami porovnávať, zoraďovať, triediť údaje, vyjadrovať ich vo forme grafov, histogramov, tabuliek a pod. Ďalšie programy umožňujú žiakom osvojovať si pojmy a pojmové vzťahy tak, že určitým objektom priraďujú vlastnosti, na základe ktorých ich definujú a špecifikujú ich vzťahy k iným pojmom, prípadne vytvárajú kategoriálne systémy (pozri Woolard, 2011).

Keďže v tomto vývinovom štádiu chápanie učiva žiakmi v značnej miere závisí od ich bezprostrednej skúsenosti a s ňou súvisiacej predstavivosti, navyše najmä v počiatočných a záverečných ročníkoch základnej školy sa vyskytujú značné interindividuálne rozdiely v úrovni kognitívneho vývinu žiakov, možno odporúčať, aby aj pri využívaní edukačných softvérov a digitálnych materiálov sa rešpektovali vhodné formy skupinového vyučovania. Tie umožnia žiakom kooperovať v učebných činnostiach, formulovať vlastné pochopenie jazykom, ktorý je pochopiteľný aj pre iných žiakov. Žiaci majú tiež možnosť vzájomne sa dohadovať, konfrontovať vlastné myšlienky s myšlienkami spolužiakov a učiteľa a utvárať si nové poznanie.

Ďalšou aplikačnou oblasťou je učenie objavovaním. Edukačný softvér potencionálne umožňuje žiakom vykonávať rôzne pokusy alebo experimenty vo virtuálnom

prostredí. Poskytuje im možnosti získané údaje zaznamenávať, spracovávať, interpretovať a tiež ich komunikovať, prípadne zdieľať na webe a získať tak spätnú väzbu aj z vonkajšieho prostredia.
Simulačné programy možno využívať tiež na riešenie úloh a problémov bežného života, čo je ďalšou aplikáciou Piagetovej teórie kognitívneho vývinu.

Vlastnosti učebného softvéru

- príklady pojmov, procesov a vzťahov sú sprostredkované v názornej, obraznej forme;
- úlohy na spracovanie údajov a ich vyjadrenie v grafickej forme;
- úlohy na učenie sa pojmov a pojmových vzťahov na základe analyzovania, porovnávania, kategorizovania a abstrahovania vlastností objektov;
- pokusy alebo experimenty vo virtuálnom prostredí s prvkami názornosti;
- softvér poskytuje možnosti kooperácie žiakov (a učiteľa) pri riešení úloh, problémov a projektov, sprostredkuje výmenu myšlienok medzi žiakmi a učiteľom pri formovaní vedomostí žiakov ...

V štádiu **formálnych operácií** jednotlivci nadobúdajú schopnosť uvažovať o potencionálnych a hypotetických situáciách a možnostiach. Pri riešení komplexnejších úloh alebo problémov uplatňujú prepracované stratégie, ktoré v závislosti od úspešnosti postupu riešenia priebežne prehodnocujú a menia. Využívajú pritom pravdepodobnostné uvažovanie. Keď to vyžaduje zadanie úlohy, sú schopní uplatňovať spôsoby systematického prehľadávania možností riešenia. Výdobytkom je rozvoj abstraktného myslenia, chápanie a používanie abstraktných pojmov a vzťahov v uvažovaní, chápanie štruktúry problémových situácií a úloh v ich podstatných črtách a tiež využívanie formalizácie pri ich riešení.
V aplikácii Piagetovej teórie je účelné využívať IKT nástroje sofistikovaným spôsobom. Žiaci môžu pomocou vhodného softvéru skúmať vzájomné vzťahy medzi rôznymi veličinami, odhaľovať štrukturálne aspekty rôznych formúl alebo vzorcov, vzájomne ich porovnávať, zobrazovať a interpretovať súbory údajov a vzťahy medzi rôznymi súbormi s využitím formálnych prostriedkov (grafy, tabuľky, schémy, náčrty apod.). IKT na vyučovaní by malo vytvárať príležitosti riešiť úlohy a problémy, ktoré si vyžadujú formalizáciu s využívaním abstraktných vzťahov medzi veličinami (Slavin, 2003). Predovšetkým v prírodovednom vzdelávaní by žiaci s využitím edukačných programov mali mať možnosti pri experimentovaní formulovať a overovať hypotézy alebo sústavu hypotéz ako súčasť riešenia komplexnejších problémov.

Rozvoj abstraktného myslenia adolescentov utvára predpoklady využívať konceptuálne modely v učebných činnostiach. Modely ako určité abstraktné, zjednodušené reprezentácie objektov, javov, procesov, rôznych zariadení apod., môžu žiakom pomôcť v chápaní konceptov a konceptuálnych vzťahov. Umožňujú im tiež preniknúť do štruktúr poznatkov v určitých predmetných oblastiach a zvýšiť úroveň organizácie a prepracovanosti schém na úrovni ich myslenia, ktoré príslušné štruktúry poznatkov reprezentujú. Žiaci môžu s využitím IKT a edukačného softvéru preskúmavať a overovať si rôzne príčinno-dôsledkové súvislosti, tak ako sú obsiahnuté v príslušnom konceptuálnom modely alebo tiež konštruovať si vlastné modely, napr. vo forme pojmových máp alebo iných formálnych reprezentácií.

Vlastnosti učebného softvéru

- príležitosti riešiť problémy a úlohy, do ktorých sú zakomponované potencionálne a hypotetické situácie, ako aj uvažovať o možnostiach a tiež o dôsledkoch, ktoré aktualizácia takýchto situácii navodí;
- zadávanie komplexných úloh, ktoré si vyžadujú systematické postupy riešenia, tvorbu stratégií, využívanie pravdepodobnostného uvažovania ...;
- úlohy, ktorých riešenie si vyžaduje chápanie, interpretovanie a uvažovanie o abstraktných pojmoch, ideách a vzťahoch;
- obzvlášť v prírodovednom vzdelávaní sprostredkovať schematicky vyjadrené konceptuálne úlohy (aj s využitím edukačného softvéru), ktorých riešenie prispeje ku konceptuálnemu porozumeniu ...;
- príležitosti hľadať a formulovať abstraktné vzťahy (vytvoriť schémy, vzorce, rovnice, diagramy a pod.) a využívať ich pri uvažovaní a riešení problémov;

Štádium postformálneho myslenia predstavuje určité doplnenie Piagetovej teórie kognitívneho vývinu o ďalšie štádium. Východiskom je skutočnosť, že usudzovanie niektorých dospelých prejavuje vyššiu úroveň komplexnosti, než myslenie typické pre štúdium formálnych operácií (Stríženec, 2008). Podľa Vágnerovej (2000), jedinci v tomto štúdiu pri riešení problému zohľadňujú rôzne aspekty problému, jeho komplexnosť, mnohoznačnosť, ako aj kontext riešenia. Sú schopní určitých kompromisov, akceptujú riešenia, ktoré sú vhodné z viacerých hľadísk. Pripúšťajú relativitu možných názorov a rôznych riešení, ako aj kognitívnu neistotu. Ľudia v tomto štádiu prejavujú pragmatizmus, orientujú sa skôr na praktické úlohy a problémy a ich riešenie, než na teore-

tické alebo akademické problémy. Ich myslenie je flexibilné a otvorené.

Vlastnosti učebného softvéru

- príležitosti analyzovať rôzne hľadiská riešenia komplexných problémov a zdôvodniť ich užitočnosť alebo dôležitosť ...;
- príležitosti uplatniť rôzne hľadiská pri riešení komplexných problémov a porovnať ich v kritériách ako náročnosť riešení, ich dôležitosť, výhody, nevýhody, zaujímavosti, dôsledky alebo využitie riešení ...;

Záver

Tvorba edukačného softvéru, ktorý by bol nielen využiteľný v pedagogickej praxi, ale fungoval by ako dostatočne kvalitný a efektívny prostriedok plnenia edukačných cieľov, musí spĺňať množstvo kritérií. Kritériá možno posudzovať z rôznych hľadísk, prinajmenšom z edukačného, používateľského a technického (resp. technologického) hľadiska. Vyhovieť požiadavkám a kritériám vo všetkých oblastiach je nesporne náročnou úlohou. Predstavuje tiež zladiť očakávania a požiadavky špecialistov z oblasti informačných technológií, pedagógov a používateľov (žiakov a študentov) softvéru a digitálnych učebných materiálov, pričom každá skupina uplatňuje v danej oblasti svoje vlastné preferencie (Karolčík a kol., 2013).

V našom príspevku sme sa zamerali na zásady a námety, ktoré vyjadrujú požiadavku súvzťažnosti edukačného softvéru s úrovňou kognitívneho vývinu žiakov a študentov. Ide o požiadavku, ktorá má prispieť k rešpektovaniu psychologického prístupu k danej otázke. Vychádzali sme z Piagetovej teórie kognitívneho vývinu, ako aj z prác nasledovníkov J. Piageta.

Edukačný softvér, ktorý nerešpektuje požiadavku určitej primeranosti vo vzťahu k úrovni kognitívneho vývinu jeho užívateľov, nie je pre nich dostatočne inštruktívny. Na jednej strane, môže byť pre užívateľov z obsahovej alebo funkčnej stránky príliš jednoduchý, triviálny a tým aj málo podnetný alebo zaujímavý. Nepredstavuje pre užívateľov dostatočnú výzvu a často ich ani nepodnecuje k aktívnym učebným činnostiam. Na strane druhej, ak je softvér príliš náročný, užívatelia majú ťažkosti s ním pracovať, čo si môže vyžadovať značné úsilie alebo dlhodobejšiu prípravu. Prílišná náročnosť softvéru po odbornej, resp. obsahovej alebo formálnej stránke môže viesť k tomu, že žiaci nedokážu operovať so sprostredkovanými informáciami, riešiť úlohy a problémy tak, aby ich činnosti viedli k zmysluplnému učeniu a aktivizovali a rozvíjali ich vyššie poznávacie procesy (metakognícia, sebaregulácia, transfer, tvorivé myslenie a riešenie problémov, kritické myslenie ...).

Cieľom nášho príspevku nebolo sformulovať konkrétne kritériá, čo z hľadiska rôznorodosti foriem a funkcií edukačných softvérov a materiálov je iba ťažko možné, ale skôr poukázať na určité zásady, námety, ktoré by mali tvorcovia edukačného softvéru reflektovať z hľadiska jednotlivých úrovní kognitívneho vývinu užívateľov. Uvedené zásady alebo vlastnosti by mali byť tiež zakomponované do hodnotiacich nástrojov kvality edukačného softvéru.

Poďakovanie

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0266-11

Literatúra

HRUBIŠKOVÁ H.; KAROLČÍK, Š. Hodnotenie edukačného softvéru z hľadiska rešpektovania individuálnych rozdielov medzi žiakmi. In: Technológia vzdelávania, príl. *Slovenský učiteľ*. Roč. 20, č. 6, 2013, s. 10-14. ISSN 1335-003X.

KAROLČÍK, Š. a kol. Standardization of Quality Evaluation of Educational Software and Electronic Learning Tools - Analysis of Opinions of Selected Experts. *Journal of Software Engineering and Applications*. Roč. 6, č. 11, 2013, s. 571-581. ISSN 1945-3116.

PIAGET, J. *Logic and psychology*. New York: Manchester University Press, 1953.

PIAGET, J. *Psychologie inteligence*. Praha: SPN, 1970.

PIAGET, J.; INHELDEROVÁ, B. *Psychologie dítěte*. Praha. SPN, 1970.

SINNOTT, J. D. *The Development of Logic in Adulthood: Postformal Thought and Its Applications.* New York: Springer Science & Business Media, 1998. ISBN 0306457237.

SLAVIN, R. E. *Educational Psychology*: Theory into practice. New Yersey: Prentice Hall Intetnational, Inc, 1991. ISBN 0-13-236993-1.

SLAVIN, R. E. *Educational Psychology*: Theory into practice, 7. vyd. Boston: Allyn and Bacon, 2003. ISBN 0-205-35143- 3.

STRÍŽENEC, M. Postformálne myslenie. In: RUISEL a kol. *Myslenie - osobnosť - múdrosť*. Bratislava: Slovak Academic Press, 2008, s. 31-48 . ISBN 978-80-88910-25-1.

VÁGNEROVÁ, M.: *Vývojová psychologie:* Dětství, dospělost, stáří. Praha: Portál, 2000. ISBN 80-7178-308-0.

VESELSKÝ, M. *Pedagogická psychológia 1* : Teória a prax. 1. vyd. Bratislava: Univerzita Komenského Bratislava, 2004. ISBN 80-223-1844-2.

VESELSKÝ, M. Pohľad gymnazistov na využívanie internetu na vyučovaní a na prípravu na vyučovanie. *Mládež a spoločnosť*. V tlači. ISNN 1335-1109.

WOOLLARD, J. *Psychology for the classroom: E-Learning*. Oxon: Routledge, 2011. ISBN 978-0-415-59092-1.

Inovovaný štátny vzdelávací program predmetu biológia pre nižšie stredné vzdelávanie (základné školy)

PaedDr. Mariana Páleníková
Štátny pedagogický ústav, Bratislava
RNDr. Soňa Nagyová, PhD.
Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky
Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
nagyova@fns.uniba.sk

Abstract

Ministry of Education, Science, Research and Sport of the Slovak Republic approved the National education program for upper primary schools to start from 1. 9. 2015. Within the innovation, the framework curriculum and the educational standards for the subjects biology has been changed. In this paper the authors compare the currently valid public education program for elementary schools for the subject biology and an innovative public education program, specifying the changes that have occurred in the subject of biology and justify the proposed changes.

Vo februári 2015 Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky schválilo Štátny vzdelávací program (ŠVP) pre druhý stupeň základnej školy s platnosťou od 1. 9. 2015. V rámci inovácie bol upravený rámcový učebný plán i vzdelávacie štandardy predmetu **biológia**. V nasledujúcich riadkoch konkretizujeme, o aké zmeny v tomto predmete šlo a predložíme ich zdôvodnenie.

Cieľom inovácie ŠVP bolo priniesť väčšiu prehľadnosť a logickejšiu nadväznosť jednotlivých učebných prvkov, čím sa znížil aj ich rozsah. Vzdelávacie programy kladú dôraz na výučbu s využitím bádateľských učebných metód a foriem práce (Kratochvíl, 2015).

Cieľom inovácie Štátneho vzdelávacieho programu vo vzdelávacej oblasti Človek a príroda bolo zmeniť klasický model vzdelávania, v ktorom si žiaci osvojujú pojmy na základe informácie získanej od učiteľa. V súčasnom modeli vzdelávania sa zameriavame na aktívne osvojenie si obsahu žiakmi. Učiteľ pomáha žiakom pochopiť prírodné javy, konštruovať pojmy, objaviť súvislosti medzi nimi. Nejde o sprostredkovanie učiva od aktívneho učiteľa k pasívnemu žiakovi, ale o vzájomný dynamický proces (Kelecsényi, Siváková a Páleníková, 2013).

Počet vyučovacích hodín biológie sa v **RÁMCOVOM UČEBNOM PLÁNE** oproti aktuálne platnému zvýšil z 5 hodín na 7 hodín v týždni v rozdelení do ročníkov nasledovne:

5. ročník: 2 hodiny
6. ročník: 1 hodina
7. ročník: 2 hodiny
8. ročník: 1 hodina
9. ročník: 1 hodina

Predmetová komisia pre biológiu zdôvodnila navýšenie počtu hodín práve v týchto ročníkoch nasledovne:

Navýšenie počtu hodín v 5. ročníku:
(tematické celky: Príroda a život, Spoločenstvá organizmov)

- tento ročník je prelomový, žiaci prechádzajú z prvého stupňa ZŠ na druhý stupeň,
- žiaci potrebujú viac času na aklimatizáciu,
- systém práce je iný, náročnejší ako v predmete prírodoveda,
- praktické aktivity (bádateľské metódy) sú náročné na organizáciu i čas,
- žiacke projekty je potrebné naplánovať, prezentovať a vyhodnotiť,
- keďže nie je v tomto ročníku fyzika a chémia, je vhodné, aby bola zachovaná kontinuita a bol zastúpený prírodovedný predmet.

Navýšenie počtu hodín v 7. ročníku:
(tematické celky: Stavba a funkcie tela stavovcov, Človek a jeho telo)

- pre osobný život každého človeka je dôležité, aby dobre poznal svoje telo, pozitívne a negatívne vplyvy na jednotlivé orgánové sústavy, poznal najčastejšie ochorenia a vedel im predchádzať, aby sa vedel správať v prípade ochorenia, aby sa vedel starať o svoje zdravie,
- v tomto ročníku sa uskutočňuje množstvo praktických aktivít súvisiacich s procesmi v tele človeka, s vytváraním návykov súvisiacich s nácvikom prvej pomoci pri ohrození životných funkcií, poraneniach, so zdravým životným štýlom a podobne.

V súvislosti s poznámkami k rámcovému učebnému plánu (RUP) sa predmetu biológia priamo dotýkajú POZNÁMKY č. 1 a 7.

Poznámka č. 1:
Rozdelenie tried na skupiny a zriaďovanie skupín sa uskutočňuje v zmysle vyhlášky MŠ SR č. 320/2008 Z. z. o základnej škole v znení vyhlášky MŠVVaŠ SR č.

224/2011 Z. z. podľa podmienok školy. ***Vo vyučovacích predmetoch vzdelávacej oblasti Človek a príroda sa rozdelenie žiakov odporúča pri tých témach, kde sa vyžaduje nadobúdanie a overovanie praktických zručností žiakov****.*

Snahou predmetovej komisie bolo v inovovanom ŠVP (iŠVP) docieliť povinnosť deliť triedy na vyučovacích hodinách aspoň v niektorých ročníkoch. Po mnohých diskusiách bola navrhnutá poznámka:

„...Žiaci sa na jednej hodine v týždni v 7. a 8. ročníku delia na skupiny aj vo vyučovacích predmetoch vzdelávacej oblasti Človek a príroda...“

Z pôvodného návrhu však bola schválená len „odporúčacia“ poznámka č. 1. a v charakteristike predmetu veta: „Vzhľadom na charakter a ciele predmetu sa organizácia výučby prispôsobí počtu žiakov v triede. Tým sa garantujú vonkajšie podmienky na adekvátnu realizáciu výučby a splnenie výkonového a obsahového štandardu.“

Poznámka č. 7:

Škola môže pri tvorbe školského vzdelávacieho programu ***rozdeliť hodinové dotácie a vzdelávacie štandardy na celý stupeň vzdelávania*** *pri zachovaní postupnosti jednotlivých vzdelávacích štandardov a celkového počtu vyučovacích hodín jednotlivých vyučovacích predmetov za predpokladu, že zachová ich vnútornú logickú štruktúru a zásadu veku primeranosti.*

Uvedená poznámka dáva možnosť inovatívnym školám a učiteľom pripraviť si svoj vlastný program vzdelávania. V inovovanom Školskom vzdelávacom programe môžu školy stanoviť iné rozloženie hodín v ročníkoch. Môžu tiež jednotlivé tematické celky, prípadne témy či výkony, zaradiť do vyučovania „po svojom“, v zmysle stratégií a metód, ktoré škola preferuje.

CIELE PREDMETU biológia v pôvodnom ŠVP vychádzali prevažne z nižších taxonomických úrovní, ako sú zapamätanie a porozumenie (poznať, chápať, viesť k schopnosti). V iŠVP sme pre biológiu stanovili ciele aj na vyšších taxonomických úrovniach, ako aplikovať, analyzovať, hodnotiť a tvoriť. Napríklad:

Žiaci

- **používajú** správnu terminológiu na opísanie procesov a javov v živej a neživej prírode,
- **plánujú, uskutočňujú, zaznamenávajú a vyhodnocujú** jednoduché biologické pozorovania a pokusy,
- **diskutujú** o význame a praktických dôsledkoch vybraných vedeckých objavov,
- **aplikujú** osvojené spôsobilosti a vedomosti na podporu svojho zdravia,
- **plánujú a realizujú** jednoduché projekty v oblasti biológie,
- **prezentujú a obhajujú** výsledky svojej práce.

VZDELÁVACÍ ŠTANDARD predmetu biológia sa skladá z dvoch častí. Výkonový štandard predstavuje ucelený systém odstupňovaných učebných požiadaviek na žiaka, ktorých splnenie je záväzné. Sú to predpokladané vedomosti, spôsobilosti a postoje, ktoré má žiak dosiahnuť primerane svojim schopnostiam. Učiteľ ich môže špecifikovať, konkretizovať a rozvíjať v podobe rôznorodých činností a učebných úloh a môže ich odstupňovať vzhľadom na psychosomatický vývin žiakov konkrétnej triedy a materiálno-technické podmienky konkrétnej školy.

Jednou z výrazných zmien, ktoré sú súčasťou inovovaných štandardov je dôslednejšie zameranie na výstup zo vzdelávania. Požiadavky výkonového štandardu z dôvodu pojmovej nadradenosti sú uvedené v tabuľke vzdelávacieho štandardu ako prvé. Výkonový štandard konkretizuje ciele predmetu. Oproti predchádzajúcim vzdelávacím štandardom výkonový štandard obsahuje nielen kognitívne, ale aj afektívne a psychomotorické ciele.

Výkony uvedené v štandardoch sa rozvíjajú postupne, preto si učiteľ stanovuje pre jednotlivé výkonové štandardy viacej konkrétnych cieľov. Uvedené ciele napĺňa postupne tak, aby žiaci disponovali štandardným výkonom na konci príslušného školského roka. Na druhej strane, štandard učiteľa neobmedzuje v stanovovaní ďalších cieľov, ktoré považuje vzhľadom na aktuálnu úroveň vedomostí a myslenia žiakov v jeho triede za vhodné.

Napĺňanie samotných výkonov je špecifikované prostredníctvom obsahového štandardu. Obsahový štandard určuje učebný obsah, na ktorom sa predpísaný výkon realizuje. Vymedzuje základné učivo a pojmy, ktorým žiak rozumie a je schopný ich vysvetliť a aktívne používať (Kelecsényi, Siváková a Páleníková, 2014).

Príklad vzdelávacieho štandardu z roku 2009:

Tematický celok: Život na poliach a lúkach

Obsahový štandard:

Lúky, pasienky a polia. Druhová rozmanitosť organizmov. Vplyv ľudskej činnosti na lúkach, pasienkoch a poliach.

Lúčne rastliny a huby. Poznávanie podľa vonkajších znakov, život počas roka, význam.

Výkonový štandard:

Rozlíšiť pole, lúku a pasienok, uviesť rozdiely. Zdôvodniť nevhodnosť vypaľovania trávy. Vysvetliť význam skupín drevín na poliach. Uviesť príklad dôsledkov nevhodnej ľudskej činnosti na poli a lúke.

Poznať na ukážke tri lúčne byliny. Pomenovať jednu

liečivú lúčnu rastlinu. Poznať jednu lúčnu hubu podľa typických znakov. Dokumentovať na príklade význam lúčnych tráv.

Príklad inovovaného vzdelávacieho štandardu:
Tematický celok: Spoločenstvá organizmov
Výkonový štandard:
Žiaci
- rozlíšia spoločenstvá podľa zastúpenia organizmov,
- vysvetlia prispôsobenie sa organizmov danému prostrediu,
- zdôvodnia potravové vzťahy medzi organizmami žijúcimi v spoločenstve,
- zostavia jednoduchý potravový reťazec pre každé spoločenstvo,
- formulujú zásady bezpečného správania sa v prírode a ochrany svojho zdravia,
- akceptujú zásady zberu húb a liečivých rastlín z prírody,
- prezentujú vlastné práce (plagáty, modely, prezentácie),...

Obsahový štandard:
- spoločenstvo lesa, vody, poľa, lúky, vysokohorské
- baktérie, huby, rastliny, živočíchy
- potravový reťazec
- dreviny, stromy, kry, byliny
- vonkajšia stavba drevín a bylín
- vrstvy lesa
- machy, paprade, prasličky
- vonkajšia stavba machov, papradí, prasličiek
- pohlavná dvojtvarosť, hniezdenie...

Zásadná **ZMENA** v porovnaní s pôvodným ŠVP je len v zámene (v zmysle obsahu) 8. a 9. ročníka. Ide o nadväznosť na 5., 6., a 7. ročník. Tematické celky po zámene obsahov plynule na seba nadväzujú a rozširujú tak učivo o živých organizmoch z predchádzajúcich ročníkov. Pokračuje sa v učive o živej prírode. Ide o výmenu obsahov celých ročníkov, z tohto dôvodu nevzniká problém použitia aktuálne platných učebníc.
Zmeny sa uskutočnili v názvoch tematických celkov, ktoré v iŠVP „zastrešujú“ širšiu časť biológie.
Výraznejšie došlo k redukcii učiva o neživej prírode.
Boli zrušené časti: Námety praktických aktivít, Námety na samostatné krátkodobé a dlhodobé pozorovania žiakov, Námety na tvorbu žiackych projektov. Stali sa súčasťou výkonových štandardov.
Záverom možno konštatovať, že reformné snahy priniesli vytvorenie moderných vzdelávacích programov prírodovedných predmetov porovnateľných s programami vo vyspelých štátoch. V nových vzdelávacích štandardoch prevažujú požadované výkony na vyšších kognitívnych úrovniach, takmer úplne už absentujú výkony na úrovni zapamätania a reprodukcie. Pôvodne málo záživný náukový charakter predmetov s množstvom náročných pojmov sa podarilo pretransformovať na moderné kurzy s cieľom rozvíjania prírodovedných kompetencií v spätosti s praktickým životom s maximálnym využitím metód a foriem vyučovania s dôrazom na aktívne osvojenie si obsahu žiakmi prostredníctvom bádateľsko-objavného učenia. Vážnym problémom je však realizovateľnosť zmien. Ak je na učiteľa kladená požiadavka budovať poznatky žiakov s využitím aktivizujúcich vyučovacích metód, tak je nevyhnutné poskytnúť a garantovať aj podmienky na realizáciu výučby (Kelecsényi, Siváková a Páleníková, 2015).

Literatúra

1. KRATOCHVÍL, V. 2013. Pohľad späť (k problému inovácie štátnych vzdelávacích programov). In: *Združenie učiteľov chémie. In: Zborník 1. medzinárodnej konferencie učiteľov chémie.* Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, p. 12-16.
2. KELECSÉNYI, P., PÁLENÍKOVÁ, M., SIVÁKOVÁ, M. 2013. Inovácia Štátneho vzdelávacieho programu a prírodovedné predmety v nižšom sekundárnom vzdelávaní na Slovensku. In: *HSCI 2013 10-th International Conference on HANDS-ON SCIENCE.* Košice: Pavol Jozef Šafárik Univerzity, 2013, s. 312 - 318. ISBN 978-989-98032-2-0
3. PÁLENÍKOVÁ, M., KELECSÉNYI, P., SIVÁKOVÁ, M. 2015. *Bádateľská metóda v kontexte inovovaných pedagogických dokumentov*. In: Bádateľské aktivity vo vzdelávaní. Zborník príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie: 25. jún 2015, Bratislava: ŠPÚ, Bratislava, 2015; s. 131 - 140. ISBN 978-80-8118-142-9.
4. ŠPÚ. 2015. *Biológia – nižšie stredné vzdelávanie*. [online]. [cit. 2015-7-14]. Bratislava: ŠPÚ. Dostupné na internete: <http://www.statpedu.sk/files/documents/inovovany_statny_vzdelavaci_program/zs/2_stupen/clovek_a_%20priroda/biologia__nsv_2014.pdf>
5. ŠPÚ. 2015. *Rámcový učebný plán pre základné školy s vyučovacím jazykom slovenským*. [online]. [cit. 2015-7-14]. Bratislava: ŠPÚ. Dostupné na internete: <http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/2stzs/isced2/rup2.pdf>
6. ŠPÚ. 2015. *Rámcový učebný plán pre 2. stupeň ZŠ.* [online]. [cit. 2015-7-14]. Bratislava: ŠPÚ. Dostupné na internete: <http://www.statpedu.sk/sk/Inovovany-Statny-vzdelavaci-program/Inovovany-SVP-pre-2-stupen-ZS/Ramcovy-ucebny-plan-pre-2-stupen-ZS.alej>
7. ŠPÚ. 2015. *Inovovaný ŠVP pre 2. stupeň ZŠ*. [online]. [cit. 2015-7-14]. Bratislava: ŠPÚ. Dostupné na internete: <http://www.statpedu.sk/sk/Inovovany-Statny-vzdelavaci-program/Inovovany-SVP-pre-2-stupen-ZS.alej>.

Tab. 1 Porovnanie tematických celkov a tém pôvodne platného ŠVP a inovovaného ŠVP (iŠVP):

	inovovaný ŠVP	pôvodný ŠVP	zredukované boli
5. ročník	Príroda a život	Príroda a život	
	Spoločenstvá organizmov	Život v lese Život vo vode a na brehu Život na poliach a lúkach Praktické aktivity	Praktické aktivity sú súčasťou výkonového štandardu
6. ročník	Život s človekom a v ľudských sídlach	Život s človekom a v ľudských sídlach	
	Živé organizmy a ich stavba	Základná štruktúra života Živé organizmy a ich stavba Stavba tela rastlín a húb Stavba tela bezstavovcov Praktické aktivity	Praktické aktivity sú súčasťou výkonového štandardu
7. ročník	Stavba a funkcie tela stavovcov	Stavba tela stavovcov	
	Človek a jeho telo	Človek a jeho telo Zdravie a život človeka Praktické aktivity	Vnútorné vplyvy na ľudské zdravie, Schopnosti a osobitosti človeka, Etické a morálne princípy, kultúra medziľudských vzťahov, vzťah človeka k prírode (témy majú prierezový charakter). Praktické aktivity sú súčasťou výkonového štandardu
8. ročník v iŠVP (9. ročník v ŠVP)	Základné životné procesy organizmov	Základné znaky a životné procesy organizmov Základná stavba organizmov	
	Dedičnosť a premenlivosť organizmov	Dedičnosť a jej podstata	
	Životné prostredie organizmov a človeka	Životné prostredie organizmov a človeka Praktické aktivity	*Presun* *(boli v 8. r. a budú v 8.r. iŠVP):* Znečisťovanie neživých zložiek prostredia a Globálne ekologické problémy. Praktické aktivity sú súčasťou výkonového štandardu
9. ročník (8. ročník v ŠVP)	Neživá príroda a jej poznávanie	Neživá príroda a jej poznávanie Zem a jej stavba Stavebné jednotky zemskej kôry	Zemská kôra v pohybe, Vznik, vonkajší tvar a vnútorná stavba minerálov, Horotvorná činnosť, Zemetrasenie, Neživá príroda Slovenska, Geologické jednotky Západných Karpát
	Dejiny Zeme	Geologické procesy a dejiny Zeme	
	Ekologické podmienky života	Podmienky života a vzťahy organizmov Praktické aktivity	Praktické aktivity sú súčasťou výkonového štandardu

Úroveň osvojenia biologických pojmov tematického celku „Biológia bunky a všeobecné vlastnosti živých sústav“ žiakmi gymnázia

doc. RNDr. Katarína Ušáková, PhD.
Mgr. D. Kancírová
Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky,
Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
usakova@fns.uniba.sk

Abstract

The paper deals with determining the level of adoption of selected biological concepts by the pupils at the last year of grammar school. The research was the subject matter of the theme "Cell biology and general properties of the living systems" within the frame of the school-leaving standard for the biology. As a reference tool we used the criterial achievement tests, evaluated by quantitative/qualitative analysis.

Úvod

V ostatných rokoch je naše vzdelávacie prostredie periodicky konfrontované s výsledkami medzinárodných meraní TIMSS (2011) a OECD PISA (NÚCEM, 2013). Tieto merania, rovnako ako mnohé didaktické výskumy vrátane celoštátnych monitorov, opakovane potvrdili relatívne nízku úroveň prírodovednej gramotnosti a skôr priemerné ako nadpriemerné výsledky našich žiakov v riešení úloh zameraných na zapamätanie, pochopenie a aplikáciu javov v prírodovedných predmetoch vrátane biológie (Kuraj, Kurajová Stopková, 2006; Ušáková, Gálová, Kubasová, 2004; Miškovičová Hunčíková, Ušáková, 2009; Gálová, 2009 a i.). Uvedený stav korešponduje s poklesom záujmu o prírodovedné a technické vzdelávanie čo vyvoláva celý rad otázok smerujúcich najmä ku kvalite, funkčnosti a obsahu biologického vzdelávania na všetkých stupňoch škôl (Hrubišková, Gorčíková, Hyžová, 2008; Veselský, Podymáková, 2011; Ušáková, Višňovská, 2007; Papáček, 2010, Ušáková, 2014).

To bol aj rozhodujúci impulz pre náš výskum, ktorý bol zameraný na zisťovanie úrovne osvojenia vybraného biologického učiva žiakmi maturitných ročníkov gymnázií (štvorročných a osemročných) podľa požiadaviek aktuálneho maturitného štandardu.

Ciele, metodika a organizácia výskumu

Cieľom výskumu bolo zistiť úroveň osvojenia vedomostí a zručností žiakov maturitných ročníkov vybratých gymnázií Slovenska v tematickom celku – Biológia bunky a všeobecné vlastnosti živých sústav. Pri stanovení pracovnej hypotézy sme vychádzali z podobne nastavených výskumov Ušáková (2000) a Gálová (2009), podľa ktorých bol výkon žiakov primeraný a optimálny vtedy, ak dosiahol úspešnosť 75 % (Ušáková, Gálová, 2003; Ušáková, Gálová, Kubasová, 2004; Miškovičová Hunčíková, 2010).

Výskumu, ktorý sa uskutočnil v školskom roku 2014/2015 sa zúčastnilo spolu 114 žiakov štvorročných a osemročných gymnázií (Kancírová, 2015). Výber výskumnej vzorky v rámci jednotlivých regiónov Slovenska bol zámerný (tabuľka č. 1).

Tab. 1 ***Rozloženie výskumnej vzorky podľa škôl a počtu žiakov***

súbor	gymnázium	počet žiakov (n)
A	Gymnázium L. Sáru, Bratislava	24
B	Gymnázium Grösslingova, Bratislava	27
C	Gymnázium J. M. Hurbana, Čadca	20
D	Gymnázium Tvrdošín	16
E	Gymnázium Nové Zámky	27
Spolu		114

Merným prostriedkom výskumu bol nami vytvorený neštandardizovaný kriteriálny didaktický test v dvoch variantoch – A a B. Pri tvorbe testu sme vychádzali z požiadaviek na vedomosti a zručnosti, ktoré pre skúmané učivo vymedzuje maturitný štandard z biológie (ŠPÚ, 2012). Oba varianty didaktického testu *Biológia bunky a všeobecné vlastnosti živých sústav* mali rovnaký počet úloh – 18 s porovnateľnou náročnosťou. Maximálny počet bodov v oboch skupinách testu bol 46 bodov.

V každom variante testu (skupina A a B) boli proporcionálne zastúpené testové úlohy rôzneho typu:

- otvorené úlohy (s tvorbou odpovedí),
- úlohy s výberom odpovede (alternatívne),
- doplňovacie otázky,

- úlohy na párovanie, resp. priraďovanie správnej odpovede (priraďovacie),
- grafické úlohy,
- dvojúrovňové úlohy.

S cieľom zistiť nielen rozsah zapamätaných a pochopených poznatkov, ale aj hĺbku ich asimilácie s poznávacími štruktúrami žiaka sme učebné úlohy v testoch zamerali podľa vzoru štúdie TIMSS (Kuraj, Kurajová Stopková, 2006) na sledovanie týchto kognitívnych oblastí:

- poznanie faktov – pamäťová reprodukcia,
- porozumenie pojmov,
- zdôvodňovanie, analýza a argumentácia.

Na vyriešenie úloh spravidla nestačilo reprodukovať potrebné poznatky priamo, ale bolo nutné ich správne spájať do vzájomných súvislostí, prípadne ich aplikovať v iných situáciách ako boli osvojené (nešpecifický transfer). Takýto spôsob riešenia úloh vyžadoval vyššiu úroveň formalizácie, najmä so zreteľom na prepájanie poznatkov o bunkovej štruktúre s fyziológiou bunky a tiež v rámci medzipredmetových vzťahov biológie s poznatkami z chémie a fyziky.

Riešenie úloh sme hodnotili podľa vypracovaného kľúča správnych odpovedí. Správna odpoveď bola ohodnotená jedným, pri náročnejšej odpovedi dvoma bodmi. Pri alternatívnych úlohách mohlo byť vzhľadom na náročnosť úlohy aj pol bodové hodnotenie – 0,5 alebo 1,5 bodu. V prípade, ak žiaci označili dve možnosti, pričom jedna bola správna a druhá nesprávna, sa hodnotenie znížilo o 0,5 bodu. V prípade, že žiak označil viac ako dve možnosti a správna bola iba jedna, úlohe sa priradilo 0 bodov.

Výsledky sme vyhodnotili kvantitatívno-kvalitatívnou analýzou. V rámci kvantitatívnej analýzy sme sa zamerali na celkovú dosiahnutú úspešnosť jednotlivých úloh (I %) testov v skupine A a B, frekvenciu správnosti riešenia úloh – f % (správnych, čiastočne – správnych, nesprávnych a nezodpovedaných položiek), úspešnosť riešenia jednotlivých požiadaviek testu a osobitne jednotlivých kognitívnych oblastí. Kvalitatívnu analýzu sme zamerali na špecifikovanie výpovednej hodnoty riešenia úloh oboch testov podľa kognitívnych oblastí. Identifikovali sme ich chybovosť percentuálnym vyčíslením najčastejších odpovedí a mieru ich správnosti alebo slovným komentárom.

Výsledky výskumu

Z tabuľky č. 2 vyplýva, že celková dosiahnutá úspešnosť v skupine A bola 58,92 % a v skupine B 71,03 %. Znamená to, že žiaci ani v jednej skupine nedosiahli celkovú úspešnosť stanovenú hypotézou – 75 %. Hodnoty variačného koeficientu V(%) presahujú 20% len v skupine B, z čoho vyplýva, že variant B je dostatočne citlivý vzhľadom na výkony žiakov. Výkony žiakov v skupine A boli vyrovnané, ale dosahovali stredné hodnoty úspešnosti (50 – 60 %).

Tab. 2 ***Prehľad základných štatistických veličín didaktického testu v skupine A a B***

parameter	skupina A	skupina B
počet respondentov	34	52
počet úloh v teste	18	18
maximálny počet bodov	46	46
priemerné absolútne skóre (body)	27,10	32,67
medián	27,25	31
modus	28,5	42
smerodajná odchýlka	4,61	8,22
variačné rozpätie	19	23
variačný koeficient (%)	17	25,16
index úspešnosti (%)	58,92	71,03

V tabuľkách č. 3 a č. 4 uvádzame porovnanie úspešnosti testových položiek v oboch variantoch testu (I %). Úlohu č. 1 v skupine A – označenie základných vlastností živých sústav, nesprávne riešilo až 70,59 % žiakov.

Najviac nesprávnych odpovedí (nad 30 %) v skupine B sme zaznamenali v úlohe č. 10, ktorá bola zameraná na identifikáciu osmoregulačnej funkcie cytoplazmatickej membrány a úlohy č. 15, v ktorej mali žiaci vybrať z ponúkaných možností typ dcérskych buniek (haploidné, diploidné), vzniknutých mitózou (tabuľka č. 4).

Počet správne vyriešených úloh v oboch variantoch testu udáva graf č. 1 (skupina A) a graf č. 2 (skupina B). Z grafu č. 1 vidíme, že každý zo žiakov vyriešil minimálne 2 úlohy správne. Najviac žiakov (35,29 %) vyriešilo správne 7 úloh.

Tab. 3 ***Štatistické vyhodnotenie úspešnosti riešenia úloh skupiny A***

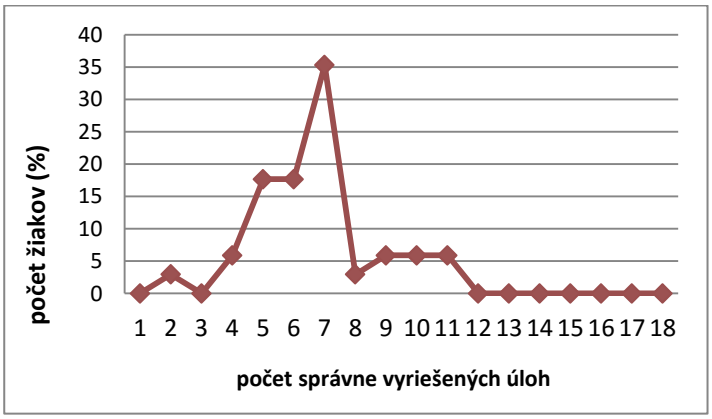
číslo testovej položky	položku		relatívna početnosť odpovede f(%)		
	riešilo (%)	neriešilo (%)	správne (%)	čiastočne správne (%)	nesprávne (%)
1.	97,06	2,94	26,47	0	70,59
2.	100	0	70,59	0	29,41
3.	100	0	73,53	20,59	5,88
4.	100	0	0	94,12	5,88
5.	73,53	26,47	50	0	23,53

6.	97,06	0	82,35	14,71	0
7.	100	0	55,88	8,82	35,30
8.	100	0	70,59	29,41	0
9.	100	0	55,88	0	44,12
10.	100	0	23,53	76,47	0
11.	97,06	2,94	41,18	50	5,88
12.	100	0	2,94	52,94	44,12
13.	100	0	2,94	97,06	0
14.	91,18	8,82	67,65	23,53	0
15.	61,77	38,23	0	47,06	14,71
16.	94,12	5,88	20,59	67,65	5,88
17.	94,12	5,88	20,59	64,71	8,82
18.	94,12	5,88	5,88	85,30	2,94

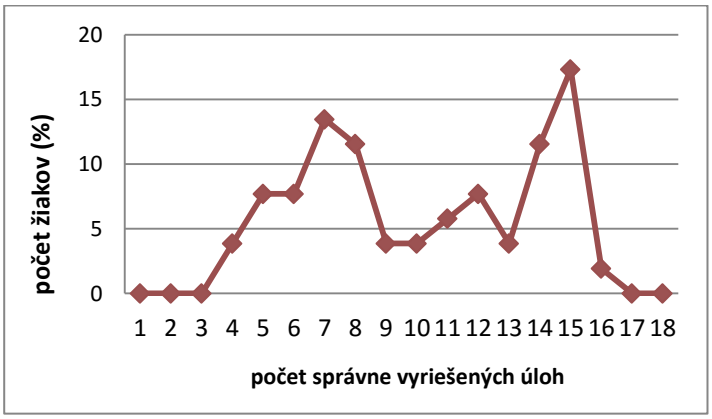
Tab. 4 ***Štatistické vyhodnotenie úspešnosti riešenia úloh skupiny B***

číslo testovej položky	položku		relatívna početnosť riešenia f(%)		
	riešilo (%)	neriešilo (%)	správne (%)	čiastočne správne (%)	nesprávne (%)
1.	100	0	71,16	26,92	1,92
2.	100	0	59,62	40,38	0
3.	100	0	100	0	0
4.	100	0	82,69	5,77	11,54
5.	100	0	65,38	17,31	17,31
6.	100	0	76,92	21,16	1,92
7.	98,08	1,92	80,77	15,39	1,92
8.	98,08	1,92	63,47	32,69	1,92
9.	94,23	5,77	0	82,69	11,54
10.	100	0	65,38	0	34,62
11.	100	0	59,62	32,69	7,69
12.	96,15	3,85	34,62	51,91	9,62
13.	94,23	5,77	1,92	86,54	5,77
14.	100	0	67,31	30,77	1,92
15.	100	0	34,62	34,62	30,76
16.	84,62	15,38	48,08	30,77	5,77
17.	100	0	28,85	63,46	7,69
18.	96,15	3,85	76,92	7,69	11,54

Graf 1 ***Počet správne vyriešených úloh skupiny A***



Graf 2 ***Počet správne vyriešených úloh skupiny B***



V Gaussovej krivke grafu č. 2 vypadli stredné hodnoty, kde v počte 9 a 10 správne riešených úloh sme zistili rovnakú percentuálnu úspešnosť 3,85 %, čo predstavuje dvoch žiakov z celého súboru. Z grafu č. 2 vyplýva, že každý zo žiakov vyriešil minimálne 4 úlohy správne a ani jeden zo žiakov nevyriešil správne všetky úlohy v teste.

Každú položku obidvoch variant testu sme podrobili analýze vymedzených kognitívnych oblastí(poznanie faktov, porozumenie pojmov, zdôvodňovanie, analýza a argumentácia), výsledky ktorých uvádzame v tabuľke č. 5.

Tab. 5 ***Prehľad úspešnosti testových položiek podľa skúmaných kognitívnych oblastí v skupine A a B***

kognitívna oblasť	**skupina A** (počet úloh 18)				**skupina B** (počet úloh 18)			
	číslo testovej položky	I (%)	počet úloh (%)	I (%)	číslo testovej položky	I (%)	počet úloh (%)	I (%)
poznanie faktov – pamäťová reprodukcia	1.	26,47	28	55,08	1.	84,62	33	85,49
	2.	70,59			2.	83,33		
	3.	83,82			3.	100		
	4.	50,59			4.	85,58		
	5.	50			5.	74,04		
					7.	88,46		
porozumenie pojmov	6.	86,76	33	68,15	6.	87,50	39	68,47
	8.	85,29			8.	79,33		
	9.	55,88			9.	45,91		
	11.	72,01			10.	65,38		
	13.	55,39			11.	81,25		
	17.	53,23			13.	51,37		
					14.	80,29		
zdôvodňovanie, analýza a argumentácia	7.	60	39	54,45	12.	62,82	28	63,32
	10.	69,12			15.	50		
	12.	24,12			16.	62,02		
	14.	85,29			17.	67,31		
	15.	31,37						
	16.	50,74			18.	82,69		
	18.	35,78						

Legenda:
položky, ktoré dosiahli úspešnosť 75%
kognitívna oblasť, ktorá dosiahla úspešnosť 75 %

Z údajov v tabuľke vyplýva, že v skupine A boli žiaci najúspešnejší v kognitívnej oblasti *porozumenie pojmov* (I = 68,15 %), prekvapujúco menej úspešní (I = 55,08 %) v *poznaní faktov* (pamäťová reprodukcia) a najmenej úspešní v *zdôvodňovaní, analýze a argumentácii* (I = 54,45 %). V žiadnej z kognitívnych úrovní nedosiahli žiaci v skupine A úspešnosť 75 %.

Z tabuľky ďalej vyplýva, že v kognitívnej oblasti *poznanie faktov* boli žiaci najúspešnejší v riešení úlohy číslo 3 (I = 83,82 %), v ktorej mali vysvetliť funkciu enzýmov v metabolizme a ich funkčnú špecifičnosť. Najnižšiu úspešnosť sme zistili v položke číslo 1 (I = 26,47 %), ktorá bola zameraná na identifikáciu všeobecných vlastností živých sústav. V kognitívnej oblasti *porozumenie pojmov* dosiahli žiaci najvyššiu úspešnosť v testovej položke číslo 6 (I = 86,76 %), v ktorej k nákresom náhodného poradia fáz mitózy mali doplniť názov príslušnej fázy. Najnižšiu úspešnosť v tejto oblasti dosiahli v riešení položky číslo 17 (I = 53,23 %), ktorá bola zameraná na porovnanie zloženia prokaryotickej a eukaryotickej bunky dvojúrovňovou otázkou. V tretej kognitívnej oblasti získali žiaci najvyššiu úspešnosť v položke číslo 14 (I = 85,29 %), ktorá testovala autotrofný a heterotrofný spôsob výživy buniek. Najnižšiu úspešnosť sme zaznamenali v úlohe číslo 12 (I = 24,12 %), v ktorej mali žiaci vyznačiť a zdôvodniť najvyšší obsah vody v bunkách vybraných rastlinných pletív, živočíšnych tkanív a orgánov.

V skupine B boli žiaci najúspešnejší v kognitívnej oblasti *poznanie faktov* (I = 85,49 %). Menej úspešní boli v oblasti *porozumenia pojmov* (I = 68,47 %) a najmenej v *zdôvodňovaní, analýze a argumentácii* (I = 63,32 %). V porovnaní so skupinou A boli žiaci v týchto dvoch kognitívnych oblastiach úspešnejší, ale takisto nepotvr-

dili hypotézu priemernej úspešnosti 75 %. Žiadna z kognitívnych oblastí v oboch skupinách sa nepohybovala pod úspešnosťou 50 %.

V skupine B v kognitívnej oblasti *poznanie faktov* boli žiaci najúspešnejší v riešení úlohy číslo 3 (I = 100 %) zameranej na výber chemickej zlúčeniny z viacerých možností, ktorá je základom dedičnosti. V oblasti *porozumenie pojmov* dosiahli žiaci najvyššiu úspešnosť v úlohe číslo 6 (I = 87,50 %), v ktorej sme testovali porozumenie funkcie lipidov (voskov) v bunkách pokožky listov. Najnižšiu úspešnosť dosiahli žiaci v riešení úlohy číslo 9 (I = 45,91 %), v ktorej mali priradiť k charakteristike bunkového cyklu zodpovedajúcu fázu. Pri *zdôvodňovaní, analýze a argumentácii* získali žiaci najvyššiu úspešnosť v úlohe 18 (I = 82,69 %), v ktorej mali vysvetliť vzťah medzi syntetickou a mitotickou fázou bunkového cyklu. Najnižšiu úspešnosť tejto kognitívnej oblasti sme zaznamenali v úlohe číslo 15 (I = 50 %), v ktorej mali žiaci z ponúkaných možností vybrať typ buniek, ktoré sú výsledkom mitózy a svoju odpoveď aj zdôvodniť.

Z tabuľky č. 5 ďalej vyplýva, že úspešnosť 75 % žiaci dosiahli iba v jednej z kognitívnej oblasti a to *poznanie faktov – pamäťová reprodukcia* v skupine B. Skupina A v tejto oblasti výrazne zaostáva (I = 55,08 %). V kognitívnej oblasti *porozumenie pojmov* je úspešnosť oboch skupín vyrovnaná (I = 68 %). Ani v jednej zo skúmaných kognitívnych oblastí sme nezaznamenali úspešnosť nižšiu ako 50 %. Z tabuľky č. 5 je zrejmé, že oblasť vyšších kognitívnych procesov – *zdôvodňovania, analýzy a argumentácie* žiaci v skupine A zvládli na porovnateľnej úrovni ako kognitívnu oblasť poznanie faktov. V skupine B však bola úspešnosť v kognitívnej oblasti poznanie faktov vyššia (85,49 %).

Ako vyplýva z prehľadu v tabuľke č. 6, celková úspešnosť osvojenia skúmaného učiva podľa požiadaviek maturitného štandardu sa pohybuje v intervale od 26,47 % do 88,46 %. Nami stanovenú hypotézu (75 %) sme zaznamenali len v riešení šiestich požiadaviek.

Tab. 6 ***Prehľad úspešnosti riešenia úloh testu podľa požiadaviek maturitného štandardu***

číslo požiadavky	číslo položky/ variant testu	úspešnosť položky I (%)	úspešnosť požiadavky I (%)
2.1	*Vedieť vymenovať a charakterizovať znaky a vlastnosti organizmu ako živého systému.*		26,47
	1/variant A	26,47	
2.2	*Vysvetliť postupnú organizovanosť živých sústav.*		84,62
	1/variant B	84,62	
2.3	*Definovať bunkovú teóriu.*		50,98
	2/variant A	70,59	
	15/variant A	31,37	
2.4	*Vymenovať všeobecné vlastnosti bunky.*		83,33
	2/variant B	83,33	
2.5	*Poznať význam vody, cukrov, tukov, bielkovín a nukleových kyselín pre bunku.*		66,48
	3/variant B	100	
	6/variant B	87,50	
	10/variant B	65,38	
	12/variant A	24,12	
	13/variant A	55,39	
2.7	*Poznať stavbu a funkcie základných bunkových štruktúr.*		67,03
	9/variant A	55,88	
	10/variant A	69,12	
	12/variant B	62,82	
	14/variant B	80,29	
2.8	*Odlíšiť membránové a fibrilárne štruktúry, vysvetliť rozdiel v ich stavbe a funkciách.*		88,46
	7/variant B	88,46	
2.9	*Odlíšiť mikroskopickú štruktúru od submikroskopickej.*		50,00
	5/variant A	50,00	

2.10	*Vysvetliť rozdiel medzi prokayrotickou a eukaryotickou, rastlinnou a živočíšnou bunkou.*		55,28
	4/variant A	50,59	
	16/variant B	62,02	
	17/variant A	53,23	
2.11	*Vysvetliť spôsoby rozmnožovania buniek (mitóza, meióza).*		66,71
	6/variant A	86,76	
	8/variant B	79,33	
	15/variant B	50,00	
	16/variant A	50,74	
2.12	*Vysvetliť pojem bunkový cyklus, poznať význam jednotlivých fáz.*		54,79
	9/variant B	45,91	
	18/variant A	35,78	
	18/variant B	82,69	
2.13	*Vysvetliť pojem diferenciácia a bunková špecializácia.*		51,37
	13/variant B	51,37	
2.14	*Vysvetliť mechanizmy príjmu a výdaja látok bunkou.*		79,39
	4/variant B	85,58	
	8/variant A	85,29	
	17/variant B	67,31	
2.15	*Vysvetliť rozdiel v priebehu osmotických javov v rastlinnej a živočíšnej bunke.*		60,00
	7/variant A	60,00	
2.16	*Vysvetliť princíp prenosu energie v bunke.*		79,67
	5/variant B	74,04	
	14/variant A	85,29	
2.17	*Vysvetliť princíp metabolizmu (anabolizmus, katabolizmus).*		79,04
	3/variant A	83,82	
	11/variant A	72,06	
	11/variant B	81,25	

Kvalitatívna analýza

Kvalitatívnou analýzou sme špecifikovali chybovosť, t.j. percentuálne vyčíslenie najčastejších odpovedí a mieru ich správnosti. Analýze sme podrobili všetky testové položky, ktorých úspešnosť bola nižšia ako nami stanovená hypotéza 75 %. Na ilustráciu uvádzame analýzu vybraných položiek pre jednotlivé kognitívne oblasti.

Kognitívna oblasť: **poznanie faktov – pamäťová reprodukcia**

Skupina A

Úloha č. 2 – úspešnosť: 70,59 %

Ktorí prírodovedci v roku 1838 nezávisle od seba zverejnili bunkovú teóriu?

a. *Jan Evangelista Purkyňe, Antony van Leeuwenhoek*
b. *Mathias Schleiden, Robert Hook*
c. ***Mathias Schleiden, Theodor Schwann***
d. *Robert Hook, Rudolph Virchow*

odpoveď	a	b	c	d	žiadna
fr (%)	2,94	23,53	70,59	8,82	0

Vysoký index úspešnosti (I = 70,59 %) ukazuje, že žiaci nemali problém s faktograficky zameranou úlohou. Čiastočne správnu odpoveď *b*, označilo 23,53 % žiakov, ktorí síce správne označili Mathiasa Schleidena, ale neuvedomili si, že Robert Hook bol len jeden z prvých prírodovedcov, ktorý pozoroval bunku, bol autorom jej pomenovania, avšak nezverejnil bunkovú teóriu. Je preto otázne, či žiaci vôbec rozlišujú nad významom objavu R. Hooka, ktorý odštartoval formovanie bunkovej teórie a objavu M. Schleidena, ktorý ju formuloval.

Úloha č. 4 – úspešnosť: 50,59 %

*Znamienkom **+** (nachádza sa) a **–** (nenachádza sa) správne zaraďte bunkové organely (štruktúry) k zodpovedajúcemu typu bunky.*

bunkové štruktúry	***bunka***		
	rastlinná	***živočíšna***	***prokaryotická***
vakuola			
cytoplazmatická membrána			
bunková stena			
plastidy			
lyzozómy			

Porovnanie troch typoch buniek bol pre žiakov problém. Ani jeden žiak nevyriešil úlohu úplne správne. Vakuolu žiaci označovali výlučne ako štruktúru rastlinných buniek. Neprítomnosť cytoplazmatickej membrány a bunkovej steny označovali pri prokaryotickej bunke. Prítomnosť plastidov označovali nielen pri rastlinnej bunke, ale aj pri živočíšnej bunke. Prítomnosť lyzozómov prisudzovali všetkým trom typom buniek, kde pravdepodobne došlo k zámene pojmov lyzozóm a hydrolytické enzýmy.

Skupina B

Úloha č. 5 – úspešnosť: 74,04 %

Z nasledovných možností zakrúžkujte typ energie, ktorý môže bunka využívať na svoje životné procesy:

- ***a. chemickú***
- *b. svetelnú*
- *c. mechanickú*
- *d. tepelnú*

odpoveď	a	b	c	d	žiadna
fr (%)	70,49	27,87	1,64	0	0

Žiaci najčastejšie spájali správnu možnosť – chemickú energiu s nesprávnou odpoveďou – svetelnú, takže celkové riešenie nebolo správne. Žiaci si vyberali svetelnú energiu pravdepodobne preto, lebo ju spájali s fotosyntézou, ktorú vnímali ako jediný zdroj energie pre všetky živé systémy. Neuvedomili si však, že fotosyntéza prebieha len v bunkách zelených rastlín a prokaryotov (v ktorých sú prítomné tylakoidy s asimilačnými farbivami), premenou svetelnej energie na chemickú.

Kognitívna oblasť: **porozumenie pojmov**

Skupina A

Úloha č. 9 – úspešnosť: 55,88 %

Zakrúžkujte, ktorá z možností správne uvádza prečo sa v mladých bunkách vyskytuje vyšší počet ribozómov ako v ontogeneticky starších bunkách.

- *a. mladé bunky obsahujú viac sacharidov, ktoré podmieňujú vysokú metabolickú aktivitu*
- *b. ribozómy sa vyskytujú v blízkosti jadra, ktoré je riadiacim centrom bunky*
- ***c. mladé bunky rastú a potrebujú viac bielkovín, ktoré dokážu syntetizovať práve ribozómy***
- *d. mladé bunky rastú, pretože ribozómy sú súčasťou aj endoplazmatického retikula*

odpoveď	a	b	c	d	žiadna
fr (%)	8,82	0	55,88	35,29	0

Úlohu vyriešilo správne 55,88 % žiakov. Z nesprávnych odpovedí žiaci najčastejšie volili možnosť *d*, v ktorej sa uvádza, že mladé bunky majú viac ribozómov preto, lebo sú súčasťou endoplazmatického retikula. Z odpovedí možno usúdiť, že žiaci poznajú charakteristiku ribozómov aj ich funkciu, ale problém nastáva pri aplikácii vo vzťahu štruktúra – funkcia.

Úloha č. 17 – úspešnosť: 53,23 %

Pre typickú prokaryotickú bunku na rozdiel od eukaryotickej bunky je charakteristické, že:

- *a. Má bunkovú stenu, cytoplazmatickú membránu a jadrovú membránu.*
- *b. Nemá typickú jadrovú membránu.*
- *c. Jej povrchy tvorí cytoplazmatická membrána, bunková stena a slizové puzdro.*
- ***d. Nemá jadrovú membránu, jadro tvorí kruhový chromozóm, ribozómy sú malé.***

Svoje tvrdenie odôvodňujem takto:

- *a. Prokaryotická bunka má tri povrchy, ktoré ju chránia pred nepriaznivými podmienkami okolia.*
- *b. Prokaryotická bunka nemá takú štruktúru ako eukaryotická bunka, vnútorný obsah bunky má voľne uložený v cytoplazme.*
- ***c. Okrem cytoplazmatickej membrány, prokaryotická bunka nemá membránové štruktúry, nukleová kyselina je voľne uložená v cytoplazme, spravidla má aj bunkovú stenu bez celulózy.***
- *d. Prokaryotická bunka má bunkové povrchy, ktoré chránia bunku a jadrovú membránu, ktorá chráni DNA.*

Frekvencia odpovedí					
odpoveď	a	b	c	d	žiadna
fr (%)	0	29,27	6,31	58,54	5,88

Zdôvodnenie správnej odpovede					
odpoveď	a	b	c	d	žiadna
fr (%)	5,75	41,86	46,51	0	5,88

Podľa údajov z tabuľky môžeme konštatovať, že žiaci v prvej časti otázky volili povrchnejšiu (možnosť b) aj presnejšiu odpoveď (možnosť d). Pri zdôvodňovaní odpovede v druhej časti otázky bola správna odpoveď – c, porovnateľne zamieňaná s nesprávnou odpoveďou – b. Správna možnosť udáva bližší popis obsahu prokaryotickej bunky. Najčastejšie kombinácie nepresných a teda nesprávnych odpovedí boli *b-c, c-a, d-b, b-b*.

Skupina B

Úloha č. 9 – úspešnosť: 45,91 %

Slovom aj symbolom doplňte fázu bunkového cyklu, ktorá zodpovedá príslušnej charakteristike:

- *a. DNA sa zdvojuje a chromozóm má dve chromatídy .....*

b. *Jadro a obsah bunky sa rozdelí do dvoch dcérskych buniek .....*
c. *V tejto fáze sa nachádza hlavný kontrolný uzol, ktorý má regulačnú funkciu: .....*
d. *Ak bunky ostávajú dlho v tejto fáze, prechádzajú do fázy G_0, ako napr. neuróny: .....*

Najčastejšie nesprávne odpovede boli:

a. metafáza, profáza, meióza,
b. profáza, telofáza, meióza, amitóza, syntetická,
c. anafáza, G2,
d. G2, S-fáza, kontrolný uzol, metafáza.

Z nesprávnych odpovedí môžeme usúdiť, že žiaci si zamieňali fázy bunkového cyklu a fázy bunkového delenia. Túto otázku nevyriešil ani jeden žiak úplne správne. Z odpovedí žiakov je zrejmé, že nečítajú s porozumením a sú nepozorní. Pri správnych označeniach jednotlivých častí bunkového cyklu, žiaci napísali len pojem alebo len symbol, nie oboje.

Kognitívna oblasť: **Zdôvodňovanie, analýza a argumentácia**

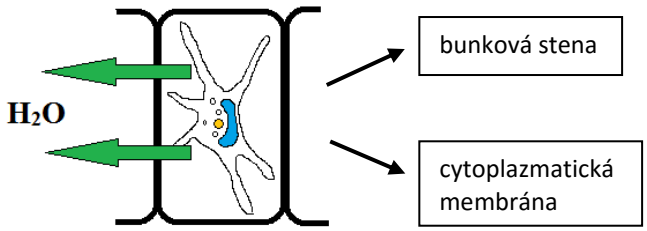
Skupina A

Úloha č. 7 – úspešnosť: 60 %

Príjem a výdaj látok bunkou ovplyvňuje osmotické prostredie v bunke a jej okolí.

A. *Zakrúžkujte, ktorý osmotický jav je znázornený na obrázku:*

a. *plazmoptýza rastlinnej bunky*
b. *plazmoptýza živočíšnej bunky*
c. *plazmolýza rastlinnej bunky*
d. *plazmolýza živočíšnej bunky*



B. *K odpovedi, ktorú ste vybrali, zakrúžkujte to vysvetlenie vašej odpovede, ktoré považujete za správne:*

a. *plazmolýza rastlinnej bunky prebieha v hypertonickom prostredí*
b. *plazmolýza rastlinnej bunky prebieha v hypotonickom prostredí*
c. *plazmoptýza živočíšnej bunky prebieha v hypertonickom prostredí*
d. *plazmolýza živočíšnej bunky prebieha v izotonickom prostredí*
e. *iné: .....*

Frekvencia odpovedí						
odpoveď	a	b	c	d	žiadna	
fr (%)	38,24	0	61,76	0	0	
Zdôvodnenie správnej odpovede						
odpoveď	a	b	c	d	e	žiadna
fr (%)	58,82	14,71	5,88	0	20,59	0

Dvojúrovňovú úlohu správne vyriešilo 55,88 % žiakov (tabuľka č. 3). V prvej časti úlohy žiaci museli identifikovať dej znázornený na obrázku, v druhej mali svoj výber zdôvodniť. Najčastejšie kombinácie nesprávnych odpovedí boli *a-c, c-b, a-b* a *a-a*. Z frekvencie odpovedí je zrejmé, že žiaci takmer s istotou identifikovali na obrázku rastlinnú bunku. Zamieňali si však pojmy plazmolýza a plazmoptýza. Pri zdôvodnení viac ako polovica žiakov správne označila, že plazmolýza prebieha v hypertonickom prostredí.

Úloha č. 10 – úspešnosť: 69,12 %

Ktorá z nasledovných metafor najviac vystihuje funkciu mitochondrií? Svoj výber zdôvodnite.

a. *srdce bunky*
b. *riadiace centrum bunky*
c. *energetická továreň*
d. *bunkový cintorín*

Zdôvodnenie:

.....

Všetci žiaci označili správnu možnosť – energetická továreň. Väčšina žiakov (76,47 %) však nevedela správne zdôvodniť svoj výber (tabuľka č. 3). Niektorí zo žiakov udávali len čiastočné alebo neudali žiadne zdôvodnenie. Znamená to, že zaužívanú analógiu poznali, ale nevedeli vysvetliť prečo sa mitochondrie takto nazývajú, čiže nevedeli, s ktorými fyziologickými procesmi je funkcia mitochondrií spojená.

Úloha č. 16 – úspešnosť: 50,74 %

Diploidná bunka s počtom chromozómov 30, sa rozdelí meiózou. Následne sa novovzniknuté bunky rozdelia ešte jeden krát mitózou.

a. *Aký je výsledný počet buniek? .....*
b. *Aký je výsledný počet chromozómov jednej dcérskej bunky? .....*
c. *Riešenie (svoju odpoveď na otázky) potvrďte schematickým nákresom.*

Žiaci, ktorí vyriešili úlohu čiastočne správne najčastejšie nepotvrdili svoju odpoveď schematickým nákresom. Bez nákresu, z ktorého by počet dcérskych buniek a chromozómov ľahko spočítali, žiaci udávali nesprávne výsledky – 4 alebo 2 bunky ako výsledný počet buniek po redukčnom a následne mitotickom delení. Pri chromozómoch žiaci udávali nesprávny počet, najčastejšie 30, 120 a 15. Žiaci mali pri tejto úlohe problém s rozlíšením

meiózy od mitózy. Ukázalo sa, že nechápu princíp týchto dvoch rozdielnych delení. Pri nákrese meiózy mali problém ako rozdeliť chromozómy do dcérskych buniek, napriek tomu, že podobný obrázok, avšak so 4 chromozómami v materskej bunke je zaradený aj v platnej učebnici biológie (Višňovská, Ušáková a kol., 2012, s. 100 a s. 128).

Skupina B

Úloha č. 12 – úspešnosť: 62,82 %

Bunková stena a cytoplazmatická membrána sa pri prenikaní rozpúšťadla v procese prijímania vody bunkou, nesprávajú rovnako.

Zakrúžkujte, ktorá bunková štruktúra má osmoregulačnú funkciu:

a. bunková stena

b. cytoplazmatická membrána

c. endoplazmatické retikulum

d. cytoplazma

Správnu odpoveď zdôvodnite:

odpoveď	a	b	c	d	žiadna
fr (%)	13,46	75	3,85	3,85	3,85

Z odpovedí je zrejmé, že prevažovala správna možnosť *b* – 75 %. Pri zdôvodnení však žiaci nevyužili porovnanie funkcie cytoplazmatickej membrány a bunkovej steny v súvislosti s ich rozdielnym chemickým zložením, čím až 51,91 % žiakov vyriešilo úlohu len čiastočne správne (tabuľka č. 4).

Úloha č. 15 – úspešnosť: 50 %

Zakrúžkujte správnu odpoveď.

Mitózou vznikajú bunky:

a. len haploidné

b. len diploidné

c. haploidné alebo diploidné

d. haplodné a diploidné

Správnu odpoveď zdôvodnite:

odpoveď	a	b	c	d	žiadna
fr (%)	5,77	26,92	65,38	1,92	0

Väčšina žiakov – 65,38 % správne vyznačila, že mitózou vznikajú haploidné alebo diploidné bunky. Zdôvodnenie odpovede však bolo nepresné, bez argumentácie alebo žiadne.

Úloha č. 16 – úspešnosť: 62,02 %

Eukaryotické bunky, ktoré obsahujú chloroplasty sú schopné fotosyntézy. Prokaryotické bunky nemajú chloroplasty, ale napriek tomu sú cyanobaktérie (sinice) priekopníkmi fotosyntézy. Vysvetlite tento jav.

Úlohu neriešilo 15,38 % žiakov, čo sa podpísalo na nízkej úspešnosti riešenia úlohy. Úplne správne ju vyriešilo len 48,08 % žiakov. Pri čiastočne správnych odpovediach (30,77 %) žiaci správne zdôrazňovali prítomnosť tylakoidov alebo prítomnosť chlorofylu, ale tento fakt nedokázali spojiť s vysvetlením úlohy (tabuľka č. 4). Aj riešenie tejto úlohy potvrdilo problémy žiakov s nešpecifickým transferom a s neschopnosťou dostatočne využiť znalosť faktov (prokaryotická bunka, tylakoidy, chlorofyl) na pochopenie fyziologických procesov, s ktorými súvisia (fotosyntéza). Úloha má blízko k testovaniu prírodovednej gramotnosti.

Záver

Z publikovaných údajov je zrejmé, že učivo *Biológia bunky* patrí už tradične medzi náročné témy, ktoré žiaci gymnázií zvládajú na nižšej úrovni úspešnosti v porovnaní s ostatným učivom (Ušáková, 2000; Ušáková, Gálová, 2003; Ušáková, Gálová, Kubasová, 2004; Gálová, 2009; Hunčíková, Ušáková, 2009; Miškovičová Hunčíková, 2010). Analýzou „chybovosti“ riešených úloh uvedení autori zhodne konštatujú pretrvávajúce problémy v osvojení pojmov súvisiacich so všeobecnou štruktúrou, vlastnosťami bunky a funkciou bunkových organel, ktoré žiaci nedokážu prepájať s fyziologickými procesmi na úrovni bunky. Žiaci nevedia presne vymedziť mikroskopickú a submikroskopickú štruktúru bunky, odlíšiť membránové a fibrilárne štruktúry bunky, porovnať prokaryotickú a eukaryotickú bunku. Problémy majú aj so správnym pomenovaním fáz bunkového cyklu a ich charakteristikou a tiež s pochopením podstaty učiva mitóza a meióza a s osvojením základných pojmov v týchto témach.

V našom výskume realizovanom na podstatne menšej vzorke, na základe kvantitatívno-kvalitatívnej analýzy didaktických testov môžeme konštatovať veľmi podobné zistenia. Tiež sa ukázalo, že žiaci úspešnejšie riešili úlohy s výberom ako s tvorbou odpovede, v ktorých sme zaznamenali najvyššiu chybovosť. V úlohách, v ktorých sa od žiakov očakávalo zdôvodnenie odpovede alebo zvoleného výroku sme sa stretli, buď s chýbajúcou odpoveďou alebo s jej nepresným, či nesprávnym zdôvodnením.

Výsledky, ku ktorým sme dospeli môžeme zhrnúť do nasledovných záverov:

- Celková dosiahnutá úspešnosť testu bola v skupine A 58,92 % a v skupine B 71,03 % (tabuľka č. 2). Stanovená pracovná hypotéza (75 %) sa potvrdila v skupine A v 4 testových položkách, v skupine B v 10 testových položkách (tabuľka č. 5).
- Najúspešnejšie riešená kognitívna oblasť bola oblasť *poznanie faktov* (85,49 %) v skupine B. Len v tejto jednej kognitívnej oblasti, úspešnosť riešenia úloh dosiahla úroveň nami stanovenej hypotézy (tabuľka č. 5).

- V kognitívnej oblasti *porozumenie pojmov* dosiahli žiaci v oboch skupinách porovnateľnú úspešnosť (68 %). Najnižšiu úspešnosť riešenia dosiahli žiaci v kognitívnej oblasti *zdôvodňovania, analýzy a argumentácie* v skupine A (54,45 %). Ani v jednej zo skúmaných kognitívnych oblastí nebola dosiahnutá úspešnosť nižšia ako 50 % (tabuľka č. 5).
- Čo sa týka miery osvojenia skúmaných biologických pojmov, žiaci mali problém s porovnaním rozdielov medzi rastlinnou, živočíšnou a prokaryotickou bunkou a medzi eukaryotickou a prokaryotickou bunkou. Nedostatočné pochopenie žiaci preukázali v riešení úloh so zameraním na význam vody, sacharidov, lipidov, bielkovín a nukleových kyselín v bunke. Problémy sa vyskytli aj pri charakteristike a pomenovaní jednotlivých fáz bunkového cyklu. Bunkový cyklus si často zamieňali s pojmom bunkové delenie. V úlohách o delení bunky boli žiaci úspešní v type otázok s výberom odpovede, avšak pri ich zdôvodňovaní uvádzali často nesprávne, nepresné alebo žiadne odpovede (kvalitatívna analýza).
- Na základe štatistických výsledkov a kvalitatívnej analýzy riešenia úloh testov žiakmi možno konštatovať, že žiaci majú základné vedomosti zo skúmaného učiva najmä na úrovni zapamätania a čiastočne aj porozumenia. Nedokážu však s týmito pojmami pracovať na vyšších kognitívnych úrovniach, aplikovať ich, hľadať súvislosti a vzájomné vzťahy medzi nimi. Práve preto by mala školská prax venovať väčšiu pozornosť nielen naučeniu pojmov, ale aj ich porozumeniu a aplikácii, k čomu smerujú aj medzinárodné merania, hlavne OECD PISA a TIMSS.
- V záujme skutočnej premeny tradičnej školy na modernú, je potrebné klásť dôraz na učebné úlohy a ich aplikáciu v praxi najmä v príprave budúcich učiteľov a tiež vo vyššej miere podporovať ďalšie (celoživotné) vzdelávanie učiteľov.

Záverom vyjadrujeme úprimné poďakovanie vedeniu škôl a všetkým učiteľom, ktorí nám umožnili realizáciu tohto výskumu na školách.

Literatúra

1. GÁLOVÁ, T. 2009. *Zisťovanie úrovne osvojenia vzdelávacieho štandardu v 2. Roč. gymnázia.* Dizertačná práca. Školiteľ: K. Ušáková, Bratislava: Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, PriF UK, 2009. 183 s.+76 s. prílohy.
2. HRUBIŠKOVÁ, H., GORČÍKOVÁ, M., HYŽOVÁ, D. 2008. Postoje a štruktúra učebnej motivácie študentov gymnázia v predmetoch biológia a chémia. *Pedagogické spektrum*, 2008, roč. 17, č. 2, s. 104-115.
3. KANCÍROVÁ, D. 2015. *Zisťovanie úrovne osvojenia vybraného biologického učiva žiakmi gymnázia.* Diplomová práca. Školiteľ: K. Ušáková, Bratislava: Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, PriF UK, 2010. 108 s.+ 6 príloh.
4. KURAJ, J., KURAJOVÁ STOPKOVÁ, J. 2006. *TIMSS 2003 – Trendy v medzinárodnom výskume matematiky a prírodovedných predmetov. Národná správa.* Bratislava: ŠPÚ 250 s. ISBN: 80-89225-22-5.
5. MIŠKOVIČOVÁ HUNČÍKOVÁ, I., UŠÁKOVÁ, K., ČIPKOVÁ, E. 2009. Overovanie nového vzdelávacieho štandardu z biológie tematických celkov „Životné prostredie a organizmy“, „Život a voda“. *Technológia vzdelávania – Slovenský učiteľ*, roč. XVII, 7/2009, s. 14-17. ISSN 1335-003X.
6. MIŠKOVIČOVÁ HUNČÍKOVÁ, I. 2010. Projektovanie obsahu biológie a návrh didaktického manuálu k vybranému učivu ŠVP v predmete biológia. Dizertačná práca. Školiteľ: K. Ušáková, Bratislava: Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, PriF UK, 2010. 186 s.+ 87 s. prílohy.
7. MIŠKOVIČOVÁ HUNČÍKOVÁ, I., UŠÁKOVÁ, K. 2009. *Experimentálne overovanie alternatívneho obsahu biológie na gymnáziách*. In: SANDANUSOVÁ, A., ILLÁŠOVÁ, Ľ. (Eds.). *New trends in the didactic training of teachers.* Praha: EDUCO, č. 8, s. 19-24, ISBN 978-80-7399-887-5.
8. PAPÁČEK, M. 2010. Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione,* 1 (1), 33-49. [online]. [cit. 29.6.2015]. Dostupné na: <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/viewFile/4/5>
9. PISA SK 2012. *Prvé výsledky medzinárodného výskumu 15-ročných žiakov z pohľadu Slovenska.* NÚCEM, 2013. 14 s. [online]. [cit. 27. 3. 2015]. Dostupné na: <http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne_merania/pisa/publikacie_a_diseminacia/4_ine/PISA_2012.pdf>
10. ŠPÚ. 2012. In: UŠÁKOVÁ, K., VIŠŇOVSKÁ, J. (Eds.). 2012. C*ieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z biológie.* [online]. [cit. 2014-6-3]. Bratislava: ŠPÚ. Dostupné na: <http://www.statpedu.sk/files/documents/cp-2013-2014/cp_biologia_2013_2014.pdf>
11. TIMSS 2011. *Národná správa.* Bratislava: NÚCEM. 2013. 96 s. ISBN 978-80-89638-10-9.
12. UŠÁKOVÁ, K. 2000. Vzdelávací štandard z biológie a jeho experimentálne overovanie**.** *Biológia, ekológia, chémia*, roč. 5, č. 1, s. 6 – 11. ISSN1335-8960.
13. UŠÁKOVÁ, K. 2014. Reflexia na stav a perspektívy didaktiky biológie z pohľadu situácie na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave. *Scientia in educatione.* 5 (2), p. 1–17. ISSN 1804-7106.
14. UŠÁKOVÁ, K., GÁLOVÁ, T. 2003. Overovanie požiadaviek vzdelávacieho štandardu na gymnáziách v učive Biológia bunky a rastlín. *Biológia, ekológia, chémia,* roč. 8, č. 4, s. 2-7. ISSN 1335-8960.
15. UŠÁKOVÁ, K., GÁLOVÁ, T., KUBASOVÁ, L. 2004. Najčastejšie chyby v úrovni osvojenia pojmov v učive Biológia bunky a rastlín. *Biológia, ekológia a chémia,* roč. 9, č. 2, s. 2-8. ISSN 1335-8960.
16. UŠÁKOVÁ, K., VIŠŇOVSKÁ, J. 2007. *Prečo je biológia ťažká a čo robiť, aby nebola alebo možnosti ako skvalitniť obsah biológie na gymnáziu.* In: TÓTHOVÁ, A., VESELSKÝ, M. (Eds.). Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie ScienEdu – *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodovedných predmetov.* Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave, 2007, s. 53 – 57, ISBN 978-80-88707-90-5.
17. VIŠŇOVSKÁ, J., UŠÁKOVÁ , K., ŠEVČOVIČOVÁ, A., GÁLOVÁ, E. 2012. *Biológia pre 2. ročník gymnázia a 6. ročník gymnázia s osemročným štúdiom.* Bratislava: SPN, Mladé letá, s. r. o., 1. vydanie, 174 s. ISBN 978-80-10-02286-1.
18. VESELSKÝ, M., PODYMÁKOVÁ, M. 2011. Motivácia žiakov učiť sa prírodopis - biológiu na gymnáziu. *Technológia vzdelávania – Slovenský učiteľ*, roč. XIX, č. 8, s. 11- 15. ISSN 1335-003X.

Transport Na^+, K^+ a Mg^{2+} cez epitel bachora prežúvavcov

RNDr. Martin Daňo
doc. RNDr. Michal Galamboš, PhD.
RNDr. Oľga Rosskopfová, PhD.
Katedra jadrovej chémie
Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava
dano@fns.uniba.sk

Abstract

The rumen of ruminants is able to adapt to prevailing conditions formed by the diet. On the one hand, the rumen epithelium reacts by proliferation in order to ensure greater surface for nutrient absorption. On the other hand, epithelial cells functionally adapt in such a way that their surface is equipped with a number of transport proteins. This review article characterizes the transport of various substrates (radioisotopically labeled too) across rumen epithelium of ruminants.

Úvod

Epitel bachora je viacvrstvový, zrohovatený, široký pás tkanív. Touto hrúbkou sú sťažené paracelulárne pohyby cez epitel. Ióny a živiny (mastné kyseliny s krátkym reťazcom = SCFA) musia byť prepravené transcelulárne. Zosieťovanie buniek cez ,,gap junctions“ uľahčuje túto prepravu. Transcelulárny transport môže byť aktívny alebo pasívny. Pasívny transport predstavuje difúzia, spôsobená chemickým alebo elektrickým rozdielom potenciálov. Dôležité sú pritom lipofilné vlastnosti a malá veľkosť častíc. Difúziu uľahčujú transportné alebo kanálové proteíny v bunkovej membráne. Aktívny transport je transport proti chemickému alebo elektrickému gradientu. Rozdeľuje sa na primárny aktívny transport cez iónové pumpy za spotreby energie (ATP) a sekundárny aktívny transport. Pri sekundárnom aktívnom transporte sa využíva koncentračný gradient, ktorý existuje pre určitý ión.

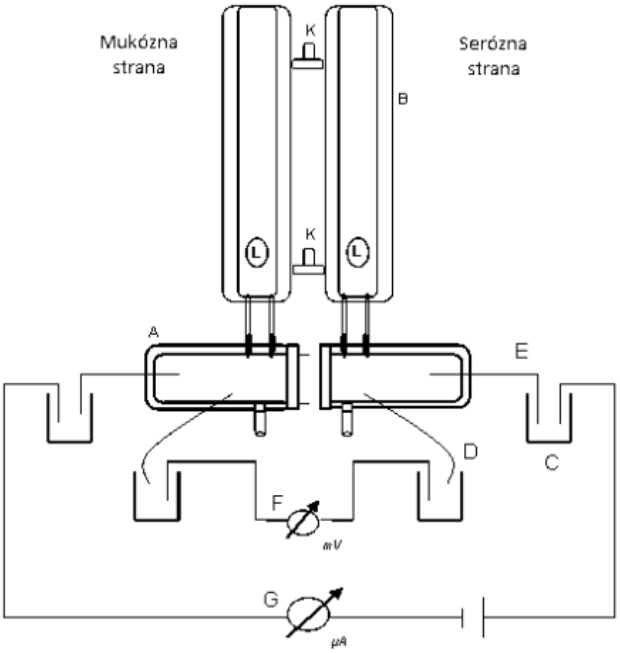
Absorpčná funkcia epitelu bachora je dôležitá najmä v období rozdojovania prežúvavcov. Prispôsobenie sa na zvýšený príjem živín je dôležitým faktom skúmania, ktorý má ochranný a ekonomický charakter.

Ussingova komora (*in vitro*)

Metódou ussingových komôr (Obr. 1) je možné určiť množstvo určitého druhu iónov, ktoré prejdú plochou membrány za jednotku času metódou rádioizotopovej indikácie[1].

Samotný transport v alebo cez epitel bachora nevypovedá o existujúcom transportnom mechanizme. Pre charakterizáciu transportných mechanizmov sa používajú inhibítory s rôznymi koncentráciami, pri rôznych hodnotách pH a určité ióny sú nahrádzané inaktívnymi metabolitmi alebo iónmi neschopných transportu. Tieto látky sú rádioizotopovo modifikované. Takýmto spôsobom je možné určiť väčšiu časť transportných systémov cez epitel bachora.

Obr. 1: ***Schéma ussingovej komory. A = sklenými vláknami vystužená plastová komora; B = dvojstenná nádoba; C = držiak elektród; D = Ag/AgCl mostíky (napäťové elektródy); E = Ag/AgCl mostíky (prúdové elektródy); F = voltmeter; G = ampérmeter; K = otvor pre vodný kúpeľ; L = otvor pre plyn.***



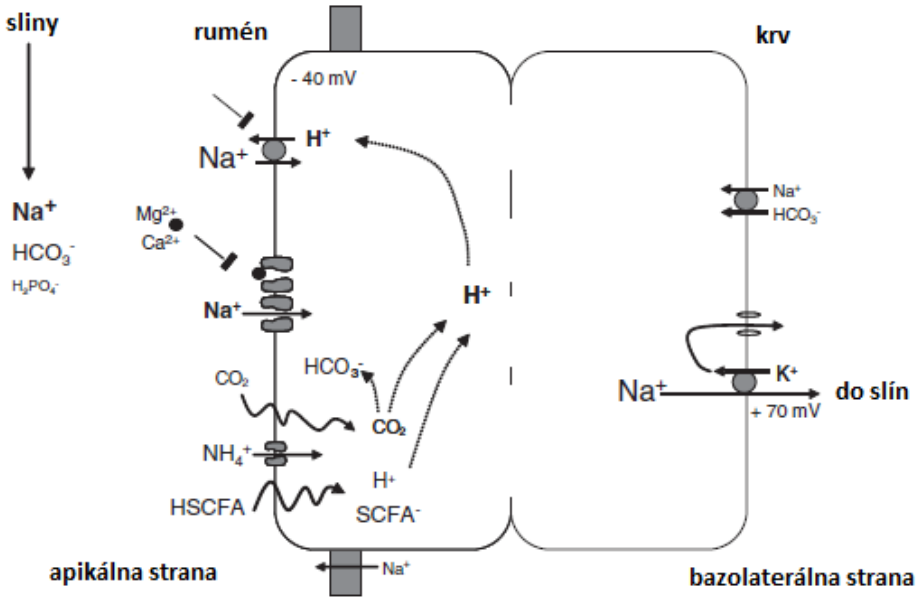
Transport sodíka cez epitel bachora

Koncentrácia Na^+ v bachore sa pohybuje od 20 do 160 $mmol \cdot l^{-1}$, v bunkách (Obr. 2) Na^+ iba 10 – 15 $mmol \cdot l^{-1}$ [(2)]. Spočíva to v koncentračnom gradiente pre vstup Na^+ do bunky. Vnútro bunky je nabité záporne[3], čo dodatočne podporuje prúd katiónov. Koncentrácia Na^+ v krvnej plazme sa pohybuje v rozmedzí 139 – 145 $mmol \cdot l^{-1}$ [(3)]. Krvná strana je oproti obsahu bachora a vnútru buniek pozitívne nabitá (30 – 60 mV)[2,4]. Transport Na^+ z bunky do krvi musí byť podmienený chemickým alebo elektrickým gradientom.

V pokusoch *in vitro* boli zistené nasledovné skutočnosti. Prídavok amiloridu (1 $mmol \cdot l^{-1}$) inhiboval transport Na^+ cez Na^+/H^+ výmenník = NHE[5] o 87 % (pri použití tlmivého roztoku chudobného na permeabilné ióny ako chlorid, hydrogenuhličitan a SCFA)[6].

Spomalený bol aj prídavkom inhibítora karboanhydrázy, acetazolamidom. Inhibítory K^+/Cl^- kontransportu ako bumetamid, furosamid[6], hydrochlorotiazid (inhibítor Na^+/Cl^- kontransportu)[7] a DIDS (kyselina 4,4'-diizokyanáto-2,2'-stilbéndisulfónová) (Cl^-/HCO_3^- výmenníka)[8] nemajú vplyv na NHE. Takisto je málo ovplyvnený aj koncentráciou K^+ [(6)]. Úplný stav pokoja transportéru nastáva po pridaní strofantínu (inhibítor NaKATPázy)[9].

Obr. 2: ***Model transportu Na^+*** [(10)]



Transportná dráha sodíka v epiteli bachora

Absorpcia Na^+ z bachora bola dokázaná Dobsonom v roku 1959. Ide o aktívny transport[11]. Na apikálnej membráne existujú dva mechanizmy pre transport Na^+. Elektroneutrálny transport cez NHE (NHE3, 80 – 90 % transportéra) a elektrogénny transport cez Na^+ kanál[6,12,13]. Týmito dvoma cestami sa vysvetľujú aj veľké výkyvy v koncentráciách Na^+ v bachore. Pri nízkych koncentráciách sa redukuje chemický gradient a transport do bunky beží len rozdielom elektrických potenciálov. Naopak pri vysokých koncentráciách sa mení pomer transportných v prospech NHE[3].

Na bazolaterálnej strane je potrebný najskôr primárny aktívny transport, aby sa udržal koncentračný gradient na konštantnej úrovni. Je tam lokalizovaná NaKATPáza, ktorá prepraví 3 Na^+ do krvnej strany a 2 K^+ do bunky za súčasného štiepenia jednej molekuly ATP[3,14-16].

Dva ďalšie mechanizmy na bazolaterálnej strane buniek epitelu majú regulačný účinok na intracelulárne pH. Na kultivovaných bunkách epitelu a aj na intaktnom epitelovom tkanive bol dokázaný Na^+/HCO_3^- (NBC) kotransport[17]. NBC transportuje Na^+ súčasne s HCO_3^- do bunky. Tento transport je poháňaný koncentračným gradientom pre Na^+ a aj elektrickým gradientom (krvná strana je pozitívna).

Súčasne existuje NHE na bazolaterálnej membráne buniek epitelu bachora (NHE1[18]), ktorý vyplavuje H^+ z buniek do krvnej strany. Ako NHE3 je aj NHE1 je inhibovaný prídavkom amiloridu[19,20]. Imunohistochemické experimenty bachora kráv odhalili významnú aktivitu NHE1 (elektroneutrálny transport Na^+) v čelnej membráne *stratum granulosum* a s klesajúcou intenzitou v *stratum spinosum* a *stratum basale*[21].

Veľké množstvá sodíka (50 mol/deň u kráv) vstupujú do bachora prostredníctvom slín. Najväčšia časť sa absorbuje cez NHE. Táto cesta je stimulovaná fermentačnými produktmi a zabezpečuje homeostázu intracelulárneho pH. Malé množstvá Na^+ vstupujú cez neselektívny katiónový kanál, ktorý je blokovaný divalentnými katiónmi (Mg^{2+}, Ca^{2+}) závisle od napätia. Negatívny potenciál sa nachádza normálne medzi cytosolom a bachorom, pozitívne nabité ióny sú tlačené do ústia kanálu z vonkajšej strany, riadené rozdielom potenciálov. Depolarizácia tkaniva uľahčuje blokáciu a tým stimuláciu elektrogénneho príjmu Na^+. Po prekročení viacvrstvového syncytia, sodík je vyplavovaný do bazolaterálnej strany prostredníctvom ATP závislej sodnej pumpy (NaKATPáza), ktorá poskytuje energiu pre príjem Na^+ oproti elektrochemickému gradientu. Toky Na^+ zo seróznej do mukóznej strany epitelu sú malé a môžu sa zapájať do paracelulárnych ciest a bazolaterálneho kotransportu[10].

18 oviec bolo kŕmených senom a koncentrovanou stravou v rôznych pomeroch počas 12 týždňov[22]. Už po prvom týždni signifikantne stúpli rýchlosti toku $J_{net}(Na)$. Počas druhého týždňa vystúpili na maximum a boli zhruba rovnaké až po 12 týždeň. 73 % funkčnej adaptácie sa udialo teda po prvom týždni.

Transport draslíka cez epitel bachora

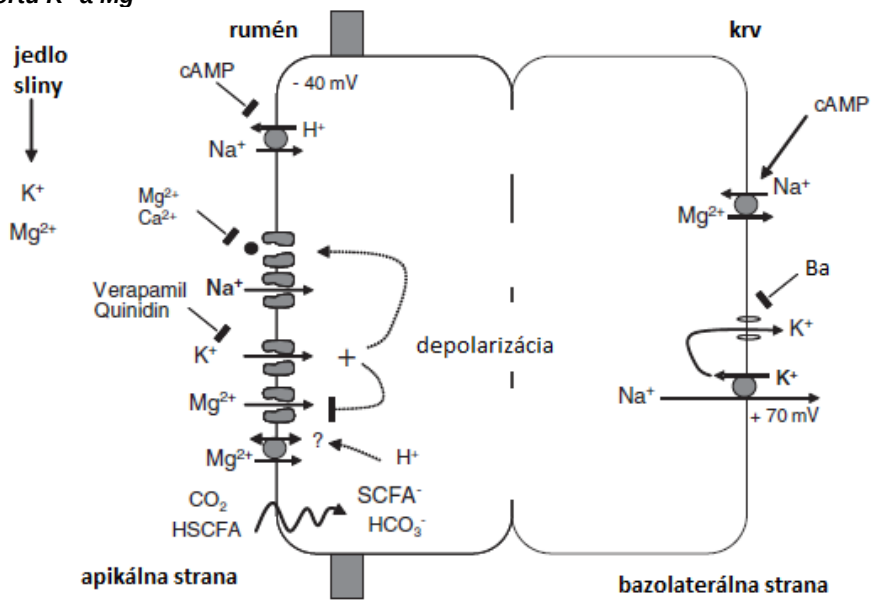
Koncentrácia K^+ v tekutine bachora podlieha veľkým výkyvom. Jej pokles, resp. vzrast je recipročný koncentrácii Na^+. Predovšetkým pri strave s obsahom ľahko stráviteľných sacharidov môže koncentrácia K^+ vystúpiť až cez 100 $mmol \cdot l^{-1}$ v tekutine bachora. Koncentrácia v krvnej plazme sa pohybuje od 4 do 5 $mmol \cdot l^{-1}$. Vzniká tak výrazný chemický gradient pre príjem K^+ cez epitel bachora[23].

V *in vivo* experimentoch bola zistená skutočnosť, že každému koncentračnému gradientu zodpovedá čistá resorpcia K^+ [24].

NaKATPáza pumpuje 2 K^+ do bunky strany vo výmene s 3 Na^+ do krvnej strany. Transport K^+ je dokázateľný strofantínom, ktorý inhibuje NaKATPázu. Pravdepodobne Cez K^+-kanál recirkulujú K^+, a tým sa drží stabilný osmotický tlak[3].V epiteli bachora existuje aj apikálny K^+-kanál[3]. Toto tvrdenie sa zakladá na fakte, že transepitelový rozdiel potenciálov (U_{epi}) závisí od koncentrácie K^+ v bachore[25,26]. Zvýšenie luminálnej koncentrácie K^+ má za následok zvýšenie hodnoty U_{epi}[23]. Apikálny kanál v bunkách epitelu bachora transportuje K^+ aj NH_4^+, pričom permeabilita závisí od ich koncentrácie[27].

Kravy prijímajú stravou približne 12 mol K^+ za deň. Okrem toho sa K^+ dostáva do bachora aj prostredníctvom slín, pričom môže dosiahnuť koncentráciu až 100 $mmol \cdot l^{-1}$. Apikálny príjem a bazolaterálny tok K^+ sú sprostredkované kanálmi a taktiež pasívnym tokom poháňaného elektrochemickým gradientom. Pri nízkych koncentráciách, príjem Mg^{2+} sa riadi elektrochemickým gradientom cez apikálnu membránu a pravdepodobne sa to deje cez kanál. Pri vysokých koncentráciách naopak transport cez kanál prispieva len málo k celkovému príjmu. Táto cesta je stimulovaná s SCFA a CO_2. Na bazolaterálnej strane, tok Mg^{2+} je spojený s prítokom Na^+ a je stimulovaný cAMP. Kanálom sprostredkovaný príjem Na^+, K^+ a Mg^{2+} je riadený rozdielom potenciálov a každý ión interaguje s ním inak. Vnútro epitelu bachora je nabité záporne. Ak stúpa množstvo K^+ v bachore, potenciál cez apikálnu membránu klesá a redukuje sa aj príjem Mg^{2+} cez kanál. Póry kanálu sú teraz voľné pre prechod Na^+ do cytosolu. Tento prechod je riadený chemickým gradientom, ktorý je udržiavaný bazolaterálnou Na^+ pumpou. Rastúcim elektrogénnym transportom Na^+ rastie rozdiel potenciálu a to limituje výtok K^+ z bachora[10].

Obr. 3: ***Model transportu K^+ a Mg^{2+}*** *(10)*



Transport horčíka cez epitel bachora

Bachor v rámci predžalúdka je hlavným absorpčným orgánom Mg^{2+} [28].

Pre Mg^{2+} vzniká síce chemický gradient, ktorý podporuje ich príjem, elektrický gradient pôsobí protichodne a tým znemožňuje pasívny príjem iónov[29-30]. Okrem toho existuje aj spojitosť transportu Mg^{2+} s Na^+ [28].

Existujú dva mechanizmy príjmu Mg^{2+}. Elektroneutrálny, K^+-necitlivý transport (67 %), ktorý závisí od intracelulárneho pH a tým od príjmu SCFA do bunky a elektrogénny, K^+-citlivý transport (pravdepodobne cez kanál),

ktorý je závislý od rozdielu potenciálov[26,33]. Na základe závislosti od pH sa predpokladala najskôr výmena oproti 2 H^+ [(32)]. Neskôr sa navrhol aniónový kotransport (HCO_3^-kotransport[31], Cl^-kotransport[33]. V súvislosti s Cl^- kotransportom bola dokázaná na kultivovaných bunkách epitelu bachora vHATPáza, ktorá vylučuje H^+ do luminálnej strany na apikálnej bunkovej membráne za spotreby energie[33] a pravdepodobne podporuje resorpciu Mg^{2+}. Prítomnosť vHATPázy dokázal v epiteli bachora aj Suplie[18].

Bol objavený proteín cca 70 kDa, ktorý je možným kandidátom na Na^+/Mg^{2+} výmenník v bunkách epitelu bachora. Okrem nich je Mg^{2+} prenášaný aj TRPM7 (Melastatin-related Transient Receptor Potential 7) a MagT1 (Magnesium Transporter 1). Výsledky analýz poukázali na zvýšený tok Mg^{2+} pri inkubácii buniek epitelu bachora s nízkou aj vysokou koncentráciou Mg^{2+} [(33)].

Záver

Transport látok v bunkách predstavuje základný životný proces pre živé organizmy. Kombináciou metód PCR, merania pH, ussingových komôr a rádioizotopovej indikácie[34,35] je možné zistiť transportné funkcie a mechanizmy epitelu bachora prežúvavcov. Získavanie takýchto informácií má veľký ochranný a ekonomický význam. Napríklad straty spôsobené subakútnou ruminálnou acidózou boli v roku 1999 odhadované na 1,12 $ za deň na kravu.

Literatúra

1. USSING, H. H. The active ion transport through the isolated frog skin in the light of tracer studies. In: *Acta phys scand*. ročník 1949. číslo 1. pp. 1 – 37.
2. DOBSON, A. Active transport through the epithelium of the reticulo-rumen sac. In: *J Physiol*. ročník 1959. číslo 146(2). pp. 235 – 251.
3. MARTENS, H., GÄBELI, G., LEONARD, S. Mechanisms of transport in the epithelium of the rumen of sheep. In: *Tierärztl Umschau.* ročník 1990. číslo 45. pp. 805 – 813.
4. MARTENS, H., BLUME, I. Studies on the absorption of sodium and chloride from the rumen of sheep. In: *Comp Biochem Physiol A*. ročník 1987. číslo 86(4). pp. 653 – 656.
5. BENOS, D. J. Amiloride: a molecular probe of sodium transport in tissues and cells. In: *Am J Physiol*. 1982. číslo 242(3). pp. C131 – 145.
6. MARTENS, H., GÄBEL, G. Transport of Na and Cl across the epithelium of ruminant forestomachs: rumen and omasum. A review. In: *Comp Biochem Physiol A*. ročník 1988. číslo 90(4). pp. 569 – 575.
7. GÄBEL, G., VOGLER, S., MMARTENS, H. Mechanisms of sodium and chloride transport across isolated sheep reticulum. In: *Comp Biochem Physiol Comp Physiol*. ročník 1993. číslo 105(1). pp. 1 – 10.
8. SEHESTED, J. Transport of sodium across the isolated bovine rumen epithelium: interaction with short-chain fatty acids, chloride and bicarbonate. In: *Exp Physiol*. ročník 1996. číslo 81(1). pp. 79 – 94.
9. HARRISON, F. A. KEYNES, R. D., RANKIN, J. C. The effect of ouabain on ion transport across isolated sheep rumen epithelium. In: *J Physiol*. ročník 1975. číslo 249(3). pp. 669 – 677.
10. LEONHARD-MAREK, S., STUMPFF, F., MARTENS, H. Transport of cations and anions across forestomach epithelia: conclusion from in vitro studies. In: *Animal*. ročník 2010. číslo (4:7). pp. 1037 – 1056.
11. FERREIRA, H. G., HARRISON, R. D., KEYNES, R. D. Studies with isolates rumen epithelium of the sheep. In: *J Physiol*. ročník 1964. číslo 175. pp. 28P – 30P.
12. LANG, I., MARTENS, H. Na transport in sheep rumen is modulated by voltage-dependent cation conductance in apical membrane. In: Am *J Physiol*. ročník 1999. číslo 277(3 Pt 1). pp. G609 – 618.
13. LEONHARD-MAREK, S. STUMPFF, F., BRIKMANN, I. Basolateral Mg2+/Na+ exchange regulates apical nonselective cation channel in sheep rumen epithelium via cytosolic Mg2+. In: *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*. ročník 2005. číslo 288(4). pp. G630 – 645.
14. SEN, A. K., POST, R. L. et al. Stoichiometry and Localization of Adenosine Triphosphate-Dependent Sodium and Potassium Transport in the Erythrocyte. In: *J Biol Chem*. ročník 1964. číslo 239. pp. 345 – 352.
15. SKOU, J. C., ESTMANN, M. The Na,K-ATPase. In: *J Bioenerg Biomembr*. ročník 1992. číslo 24(3). pp. 249 – 261.
16. THOMAS, R. C. Membrane current and intracellular sodium changes in a snail neurone during extrusion of injected sodium. In: *J Physiol*. ročník 1969. číslo 201(2). pp. 495 – 514.
17. HUHN, K., MULLER, F., HONSCHA, K. U. Molecular and functional evidence for a Na(+)-HCO3(-)-cotransporter in sheep ruminal epithelium. In: *J Comp Physiol [B]*. ročník 2003. číslo 73(4). pp. 277 – 284.
18. SUPLIE, A. Untersuchung der Adaptation des Pansenepithels im zeitlichen Verlauf. [dizertačná práca]. Institut für Veterinär-Physiologie, Freie Universität Berlin, 2005.
19. YUN, C. H., TSE, C. M., NATH, S. et al. Structure/function studies of mammalian Na-H exchangers - an update. In: *J Physiol*. ročník 1995. číslo 482. pp. 1S – 6S.
20. YUN, C. H., TSE, C. M., NATH, S. et al. Mammalian Na+/H+ exchanger gene family: structure and function studies. In: *Am J Physiol*. ročník 1995. číslo 269(1 Pt 1). pp. G1 – 11.
21. GRAHAM, C., GATHERAR, I., Haslam, I. et al. Expression and localization of monocarboxylate transporters and sodium/proton exchangers in bovine rumen epithelium. In: *American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. ročník 2007. číslo 292. pp. R997 – R1007.
22. ETSCHMANN, B., SUPLIE, A., MARTENS, H. Change of ruminal Na transport in sheep during dietary adaptation. Arch. In: *Anim.Nutrition*. ročník 2009. číslo 63(1). pp. 26 – 38.
23. ENGELHARDT, W. V., BREVES, G. *Physiologie der Haustiere. 2. Auflage*. Stuttgart: 2005 MVS Medizinverlage Stuttgart, *2005.* ISBN-10: 3830410395; ISBN-13: 978-3830410393
24. FERREIRA, H. G., HARRISON, R. D., KEYNES, R. D. Studies with isolates rumen epithelium of the sheep. In: *J Physiol*. ročník 1964. číslo 175. pp. 28P – 30P.
25. FERREIRA, H. G., HARRISON, F. A., KEYNES, R. D. The potential and short-circuit current across isolated rumen epithelium of the sheep. J Physiol 1966;187:631 – 644.
26. LEONHARD-MAREK, S., MARTENS, H. Effects of potassium on magnesium transport across rumen epithelium. In: Am *J Physiol*. ročník 1996. číslo 271(6 Pt 1). pp. G1034 – 1038.
27. ABDOUN, K., STUMPFF, F., WOLF, K. et al. Modulation of electroneutral Na transport in sheep rumen epithelium by luminal ammonia. In: Am *J Physiol Gastrointest Liver Physiol*. ročník 2005. číslo 289(3). pp. G508 – 520.
28. MARTENS, H., HARMEYER, J. Magnesium transport by isolated rumen epithelium of sheep. In: *Res Vet Sci*. ročník 1978. číslo 24(2). pp. 161 – 168.
29. MARTENS, H. In vitro und in vivo Untersuchungen über den Magnesiumtransport durch die Pansenschleimhaut von Schafen und dessen Beeinflussung durch Futterinhaltstoffe und Fermentationprodukte des Pansens. Ein Beitrag zur Pathogenese der Hypomagnesämie der Wiederkäuer. Physiologisches Institut, Tierärztliche Hochschule Hannover, 1978.
30. MARTENS, H., HAMMER, U. Magnesium and sodium absorption from the isolated sheep rumen during intravenous aldosterone infusion (author's transl). In: *Dtsch Tierärztl Wochenschr*. ročník 1981. číslo 88(10). pp. 404 – 407.
31. SCHWEIGEL, M., MARTENS, H. Magnesium transport in the gastrointestinal tract. In: *Front Biosci*. ročník 2000. číslo 5. pp. D666 – 677.
32. SCHWEIGEL, M., MARTENS, H. Anion-dependent Mg2+ influx and a role for a vacuolar H+-ATPase in sheep ruminal epithelial cells. In: *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*. ročník 2003. číslo 285(1). pp. G45 – 53.
33. SCHWEIGEL, M., KUZINSKI, J., DEINER, C. Rumen epithelial cells adapt magnesium transport to high and low extracellular magnesium conditions. In: *Magnes Res*. ročník 2009. číslo 22(3). pp. 133 – 150.
34. KURUC, J. *Rádiobiológia*. Bratislava: OMEGA INFO, 2009. ISBN 978-80-8933-02-6
35. DAŇO, M., GALAMBOŠ, M., ROSSKOPFOVÁ, O. Transportné proteíny a enzýmy v epiteli bachora ruminentov. In: Chem. Listy. ročník 2013. číslo 107. pp. 942 – 948.

Využitie zoologických záhrad, chovných a rehabilitačných staníc živočíchov pri vzdelávaní budúcich učiteľov biológie

doc. Ing. Peter Urban, PhD.
Mgr. Marcela Adamcová, PhD.
Mgr. Radovan Malina, PhD.

Katedra biológie a ekológie
Fakulta prírodných vied UMB, Banská Bystrica
Peter.Urban@umb.sk
Marcela.Adamcova@umb.sk
Radovan.Malina@umb.sk

Abstract

Field trips are a good form of integrated teaching. Experiential learning at formal and informal field trip venues increases student interest, knowledge and motivation. Education is based mainly on personal experiences. Zoos are a very good places to implement such field trips. In Department of Biology and Ecology, Faculty of Natural Sciences Matej Bel University in Banská Bystrica we also use field trips to several zoos in Slovakia and abroad (ZOO Bojnice, Steppentier park Pamhagen and from 2014 the Prague ZOO) and rehabilitation stations of animals (Banská Bystrica, Bojnice, Banská Štiavnica, Zázrivá).

„Prvá skutočná zoologická záhrada vznikla pred 2000 rokmi v Číne. Dostala meno „Záhrada múdrosti“. Správajme sa k zvieratám v duchu tohto hesla.“

Peter LUPTÁK

„Zoologické zahrady patří na celém světe k význačným kulturním výchovním institucím, které přes některé kritické hlasy a většinou nerozumné a hlavně nepoučené názory a akce patří stále k nejoblíbenějším zařízením.“

Zdeněk VESELOVSKÝ

Úvod

Jedným z hlavných cieľov pregraduálneho vzdelávania budúcich učiteľov biológie je ich príprava na pedagogickú prax. Aj v tejto oblasti neustále rastú nároky na skvalitňovanie a modernizovanie vysokoškolskej prípravy. Preto je potrebné hľadať nové metódy a inovácie (Ivanovičová, 2008), resp. modifikovať už osvedčené a efektívne formy. Didaktika biológie pritom v súčasnosti prechádza pomerne dynamickým vývojom, podmieneným vplyvom nových trendov i vzdelávacích metód. Dôraz sa okrem iného kladie aj na bádateľsky orientované vyučovanie biológie (napr. Papáček, 2010), terénnu výučbu i riešenia environmentálnych tém (napr. Činčera, 2007; Machar et al., 2015).

K dôležitým nástrojom vzdelávania budúcich učiteľov biológie (aj popri využití moderných IKT) patria exkurzie, prepájajúce teóriu s praxou. Študentom i žiakom (ktorých študenti učiteľských kombinácií budú v praxi učiť) umožňujú získavať autentické skúsenosti i priamy kontakt so skutočnými predmetmi výučby (spoznávať ich priamo v pôvodnom prostredí) a zároveň posilňujú ich motiváciu a záujem o dané témy, resp. podnecujú ich zvedavosť (napr. Bernátová, 2001; Davidson et al., 2010; Turek, 2010, 2014). Vyznačujú sa komplexným prístupom, dynamikou i názornosťou (Skalková, 2007).

Preto v snahe o čo najlepšie priblíženie živočíchov, ich bionómie, ekológie, etológie, väzby na prostredie ako aj ochrany daných taxónov a ich biotopov, využívame na Katedre biológie a ekológie (KBE), Fakulty prírodných vied UMB v Banskej Bystrici (okrem iných exkurzií) tiež exkurzie do viacerých zoologických záhrad (ZOO Bojnice, Steppentierpark Pamhagen a od roku 2014 aj ZOO Praha) i chovných a rehabilitačných staníc živočíchov (Banská Bystrica, Bojnice, Banská Štiavnica, Zázrivá). V tomto príspevku stručne opíšeme tieto aktivity a naše skúsenosti s ich uplatnením na uvedenej katedre.

Exkurzie

Exkurzia predstavuje organizačnú formu výučby, ktorá sa uskutočňuje najčastejšie ako riadené pozorovanie v originálnych podmienkach, t. j. v takom prostredí, ktoré by sa žiakom a študentom obťažne sprístupňovalo iným spôsobom, resp., ktoré im chce učiteľ priblížiť za účelom prehĺbenia teoretických poznatkov a konfrontovať ich s praxou (napr. Králíček, Bílek, 2008).

Exkurzie (a výučba v teréne) predstavujú jednu z troch možných ciest, ako vyučovať prírodovedné odbory:

- klasická výučba v triede,
- praktické cvičenia,
- exkurzie (Michie,1998).

Exkurzie sú však len jednou časťou široko poňatej terénnej výučby. Táto komplexná výučbová forma v sebe zahŕňa rôzne výučbové metódy (pokus, laboratórne činnosti, pozorovanie, projektovú metódu, kooperatívne metódy, metódy zážitkovej pedagogiky a i.…), i organizačné formy výučby (vychádzka, terénne cvičenie, exkurzie, tematické školské výlety – expedície…). Ich ťažisko spočíva v práci v teréne – predovšetkým mimo školy (Hofman, 2003). Ide o dôležitú súčasť vzdeláva-

nia, ktorá je v niektorých prípadoch nenahraditeľná inou formou výučby (pretože sú v rámci nich využívané najmä činnosti a skúsenosti, ktoré nie je možné efektívne vykonávať v triede), využívajúcu medzipredmetové väzby a integrácie jednotlivých predmetov. Preto je (mala by byť) prirodzenou súčasťou vzdelávacieho procesu v prírodovedných predmetoch, vrátane biológie, a jej efektivitu potvrdzuje mnoho štúdií (napr. Nundy, 1999; Hofmann, 2003; Hofmann, Rychnovský, 2004 a i.).

Exkurzie, poskytujúce priame skúsenosti s konkrétnymi predmetmi, javmi a procesmi v pôvodnom prostredí a v typických podmienkach (napr. Orien, 1993; Turek, 2010), sú vhodnou formou terénnej a integrovanej výučby. Pod týmto termínom sa chápe koncentrované, tematicky orientované spojené vyučovanie, na ktorom sa rovnomerne zúčastňuje (spája) viac tém učiva, integrujúcich svoje príspevky vo vzťahu k centrálnym témam a cieľu bez ohľadu na ich pôvodné začlenenie do tradičných predmetov (napr. Kovaliková, 1995; Hofmann et al., 2008; Brtnová, Čepičková, 2013). Na druhej strane prax dnešnej základnej školy, podmienená najmä finančnou situáciou i časovými možnosťami, integráciu príliš nepodporuje. Preto je len pomerne malé percento učiteľov ochotných pripravovať a realizovať integrovanú a zážitkovú výučbu v teréne, ktorá je pre nich (najmä) časovo príliš náročná, rovnako ako aj ostatné aktivizujúce metódy. Práve tieto formy výučby sú však najúčinnejšie pre dlhodobé zapamätanie si informácií, rozvoj zručností i kompetencií. Aj preto by si mali budúci učitelia biológie (a nielen oni) okrem iného priamo na sebe vyskúšať, že v rámci exkurzií skutočne ide o efektívne učenie sa. V rámci neho spravidla rýchlejšie pochopia niektoré princípy než v škole, pretože hĺbka chápania je výrazne väčšia ako pri klasickom slovnom opise prírodných javov (zmysel významu exkurzií). Navyše rozvíjajú ich schopnosti kritického myslenia a vyšších kognitívnych funkcií (schopností, zručností) a procesov. Popri poznávacej hodnote, ktorá by mala byť primárna, sa exkurzie výrazne podieľajú aj na formovaní hodnotovej orientácie žiakov a študentov (napr. Vališová, Kasíková, 2011; Chrenščová, 2012), pretože nenásilnou formou budujú ich vzťah k svojmu okoliu i predmetu výučby. Okrem iného ich aktivizujú, rozvíjajú pozorovacie schopnosti, podporujú tvorivé myslenie, riešenie problémov (ich identifikáciu, interpretáciu, hodnotenie, argumentovanie, obhájenie si názorov a pod.). Tiež zlepšujú všestrannú komunikáciu a spoluprácu, prehlbujú estetické cítenie, vnímavosť ako aj rozvoj i prejavovanie pozitívnych citov (zmysel „potešenia“ z exkurzií). Majú potenciálny vplyv tiež na ich záujmy, či budúcu kariéru (Hutson a kol., 2011). Poskytujú nenútený priestor na vysvetlenie učiva v autentickom prostredí a vytvorenie a objasnenie medzipredmetových vzťahov. Študenti a žiaci, zúčastňujúci sa exkurzií mávajú spravidla pozitívny postoj k preberanej téme (napr. Behrendt, Franklin, 2014). Napriek tomu by sa pri vysvetľovaní nemali žiaci napríklad naspamäť učiť mená rastlín a živočíchov, ktoré vidia, pretože tento spôsob ich akurát odradí (Činčera, 2007).

Pri exkurziách ide o autentické zážitkové učenie, v ktorom je výučba organizovaná s dôrazom na zmysluplné využitie učiva, pričom sa rozvíjajú kľúčové kompetencie – žiaci a študenti si osvojujú ďalšie informácie a zručnosti všeobecného charakteru, napríklad komunikačné schopnosti, prácu v tíme, identifikáciu problémov a ich riešenie, organizáciu práce a pod. Väčšina exkurzií býva spojená s praktickým zadaním a riešením nejakého konkrétneho problému, či tvorbou projektu.

Študenti a žiaci majú na exkurziách zvyčajne väčšiu motiváciu k učeniu i pochopeniu vzťahov a súvislostí aj preto, že nejde o každodennú formu výučby. Pre žiakov je spravidla každé miesto zaujímavejšie, než každodenne navštevované prostredie školy a triedy. Navyše poznatky získané vlastnou činnosťou si žiaci a študenti skôr zapamätajú. Preto majú exkurzie aj značnú časť afektívnej stránky výučby a vedú k vytváraniu postojov k miestu (lokalite, objektu), na ktorom sa realizuje (Hoffmann a kol., 2011).

Bez ohľadu na motiváciu, by skúsenosti študentov (najmä budúcich učiteľov) získané terénnymi exkurziami, nemali slúžiť len ako doplnkové aktivity ich štúdia, ale mali by stať neoddeliteľnou súčasťou celkového štúdia (napr. Orien, Hofstein,1994).

Pre zoologické záhrady a rehabilitačné stanice sú vhodné najmä kombinované (integrované, viac predmetové) exkurzie s učiteľom i miestnym sprievodcom. Nutnosť kombinácie vyplýva aj z potreby spojenia niekoľkých skupín študentov (aj v rámci niekoľkých predmetov) kvôli kapacitným možnostiam (napr. naplnenie autobusu a pod.).

Zoologické záhrady

Zoologické záhrady sú zariadenia, ktoré sa okrem tradičného vystavovania živých exponátov zaoberajú aj chovom ohrozených druhov živočíchov a celým spektrom ochranárskych aktivít, od výskumu cez ochranu *ex-situ* (mimo miesto, ang. *off-site preservation*) až po realizáciu projektov *in-situ* (na mieste, ang. *on-site preservation*) priamo v teréne. Pôvodným cieľom zoologických záhrad bolo vystavovanie atraktívnych živočíchov, hlavne exotických druhov a tzv. „charizmatickej“ megafauny (predovšetkým cicavcov a vtákov). Ich súčasným poslaním je predovšetkým zriadenie chovných populácií vzácnych a ohrozených živočíchov (Urban, 2013).

V zmysle § 44 zákona NR SR č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny je zoologická záhrada stále zariadenie na držbu živočíchov a ich chov v ľudskej

opatere na účel ich vystavovania verejnosti najmenej sedem dní v roku vrátane zariadenia na držbu a predvádzanie živočíchov z radu veľrybotvarých (delfinárium) a zariadenia na chov plazov, obojživelníkov a ďalších živočíchov z taxonomicky nižších skupín v sklenených alebo podobných chovných zariadeniach (terárium). Za zoologickú záhradu sa nepovažujú cirkusy a im podobné zariadenia; obchody so živočíchmi; akváriá ako zariadenia na chov rýb a ďalších vodných živočíchov nižších skupín, ak ich prevádzkovatelia nie sú držiteľmi súhlasu na zriadenie zoologickej záhrady podľa zákona o ochrane prírody a krajiny; zariadenia na držbu živočíchov a ich chov v ľudskej opatere, v ktorých sa nevystavujú na verejnosti cicavce v množstve väčšom ako 30 jedincov z 15 druhov alebo vtáky v množstve väčšom ako 50 jedincov z 15 druhov okrem delfinárií; zariadenia na záchranu chránených živočíchov (chovné stanice, rehabilitačné stanice, záchytné strediská).

Zoologické záhrady sú vhodnou a názornou ukážkou ochrany živočíchov *ex situ.* Študenti by však mali chápať aktivity zoologických záhrad (aj napriek ich nespornému významu pre zachovanie biodiverzity) ako posledný krok, realizovaný v prípade, keď sa už nedajú uplatniť metódy ochrany *in situ*, ktoré sú prvoradé (Plesník, Roth, 2004).

Okrem priamej návštevy zoologických záhrad sa vynikajúcim pomocníkom pri vzdelávaní budúcich učiteľov (ale i žiakov základných a stredných škôl) môžu stať internetové stránky a sociálne siete, na ktorých sa tieto prezentujú. Väčšina z nich pútavou formou ponúka informácie, ktoré študentov zaujímajú, dobrovoľne ich vyhľadávajú a samostatne sa k nim vracajú (napr. www.zoobojnice.sk; www.zoopraha.cz; www.zoovienna.at). Preto je veľmi vhodné využitie týchto médií vo výučbe, či už priamo, alebo v rámci dobrovoľných aktivít študentov.

Exkurzie do ZOO so sprievodcom sú preto pravidelnou súčasťou výučby v študijných programoch Katedry biológie a ekológie FPV UMB. Najčastejšie využívame **Zoologickú záhradu v Bojniciach** (založená r. 1955, rozloha celkom 41 ha, z toho expozičná časť 20 ha, v r. 2011 chovala 2 268 jedincov 414 druhov zvierat, z toho 88 jedincov 26 druhov v rámci Európskych chovných programov, web: www.zoobojnice.sk). Bojnická ZOO je (ako jediná zo štyroch slovenských zoologických záhrad) odbornou príspevkovou organizáciou Ministerstva životného prostredia SR. Ostatné (t. j. ZOO Bratislava, Zoologická záhrada Košice-Kavečany a Zoologická záhrada Spišská Nová Ves), spadajú pod samosprávy daných miest. K hlavným úlohám bojnickej ZOO patria chov živočíchov v ľudskej opatere, výchova a vzdelávanie verejnosti, výskum a rekreácia. V rámci ochranárskych aktivít, ktoré zastrešujú aj vlastnú odbornú a výskumnú oblasť, prispieva táto ZOO k zachovaniu života vzácnych a kriticky ohrozených druhov živočíchov domácej a cudzokrajnej fauny. Prostredníctvom environmentálnych aktivít v oblasti výchovy a vzdelávania formuje názory a postoje širokej verejnosti. Okrem poradenstva laickej aj odbornej verejnosti zabezpečuje Zoologická záhrada Bojnice aj záujmovú činnosť detí a mládeže. Zároveň **plní funkciu záchytného strediska pre zhabané, prepadnuté a zaistené živé exempláre** *„Dohovoru o medzinárodnom obchode s chránenými druhmi voľne žijúcich živočíchov a rastlín“* (CITES) a pre zhabané, prepadnuté a zaistené živé chránené živočíchy podľa zákona č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov. Tiež sú vnej umiestnené ostatné chránené živočíchy, ktoré sa stali vlastníctvom štátu. Okrem toho koordinuje a zabezpečuje odchov pôvodných druhov živočíchov za účelom ich vypustenia do voľnej prírody, funguje ako **chovná a rehabilitačná stanica pre hendikepované živočíchy** z prírody. Slúži ako genetická rezerva pre niektoré druhy chránených živočíchov a podieľa sa na výskume chránených živočíchov (Lupták, Sloviak, 2012; Urban, 2013).

Zoologickú záhradu Bojnice pravidelne využívame formou celodenných exkurzií v rámci predmetu *Biologická exkurzia* a *Etológia živočíchov* v št. študijnom programe učiteľstvo biológie a *Aplikovaný monitoring*, *Manažment chránených druhov živočíchov* v študijnom programe Systémová ekológia. Študenti systémovej ekológie sa môžu v ZOO Bojnice zúčastniť aj ochranárskej praxe. Zameraná je na spoznanie reálnych možností aplikácie teoretických poznatkov z predmetov súvisiacich s manažmentom daných živočíchov. Okrem toho majú študenti aj jedinečnú možnosť oboznámiť sa „z blízka“ s niektorými tu chovanými (najmä exotickými) druhmi živočíchov. Spolupráca členov katedry a zamestnancov ZOO prebieha aj na vedecko-výskumných i propagačných aktivitách.

Od roku 2014 využívame na exkurzie tiež **Zoologickú záhradu hlavného mesta Prahy** (založená r. 1931, rozloha 58 ha, z toho exhibičná časť 45 ha, v r. 2013 chovala 4 158 jedincov 645 druhov živočíchov, z toho 54 v rámci Európskych chovných programov, web: www.zoopraha.cz). Ide o modernú inštitúciu svojho druhu, prezentujúcu živočíchy v podmienkach, ktoré sa čo najviac blížia k ich prirodzenému prostrediu. Pražská ZOO sa podieľa na záchrane mnohých ohrozených živočíšnych druhov, pričom u niektorých vedie ich celosvetové plemenné knihy (najznámejšia z nich je záchrana koňa Przewalského). V súčasnosti vytvára pre chované živočíchy optimálne podmienky pre život nielen koncepciou a stvárnením výbehov a ubikácií, ale tiež aj zostavením skupín chovaných zvierat. Návštevníci si tak môžu vytvoriť predstavu o živote týchto zvierat a ich väzbách k prostrediu. Pražskú zoologickú záhradu vyu-

žívame, podobne ako aj ZOO v Bojniciach, v rámci celodenných exkurzií z predmetov: *Biologická exkurzia*, *Aplikovaný monitoring, Manažment chránených druhov živočíchov*. V predmete manažment chránených druhov živočíchov je navyše pozornosť venovaná predovšetkým viacerým aktivitám ochrany „ex situ“, najmä záchrane koňa Przewalského (*Equus przewalskii;* kirgizsky *kertag;* mongolsky *tachi*), ktorá má v tejto záhrade dlhoročnú tradíciu). ‚Okrem toho sú to tiež aktivity pri ochrane „in situ“ a environmentálnej výchove (napríklad „Túlavý autobus“ a záchrana goríl a jej propagácia v africkom Kamerune).

Obr. 1: ***Exkurzia v ZOO Bojnice*** *(foto P. Urban)*

Obr. 2: ***RNDr. Evžen Kůs pri výklade o aktivitách na záchranu koňa Przewalského v pražskej ZOO*** *(foto P. Urban)*

V rámci terénnych cvičení zo zoológie stavovcov navštevujeme najmä cenné mokraďové územia s vysokou biodiverzitou, národné parky Neusiedler See – Seewinkel (Rakúsko), Fertő – Hanság a Hortobágy (Maďarsko).

Počas pobytu v okolí Neziderského jazera využívame na kratšiu exkurziu aj **Steppentierpark Pamhagen**, v ktorom sa okrem pôvodnej stepnej fauny nachádzajú aj ukážky – pre túto oblasť typických – domestikovaných a hospodársky využívaných druhov živočíchov (napr. sivý rohatý dobytok, racky, mangalice a pod.), ktoré okrem iného predstavujú aj významné kultúrne dedičstvo danej krajiny. Podobne v Maďarsku navštevujeme poľnohospodársky dvor (majer) László Major (v NP Fertő – Hanság), ktorý prezentuje miestne domestikované druhy zvierat, vrátane spôsobov ich chovu. Súčasťou majera je aj múzeum, približujúce historické spôsoby využívania a obhospodarovania miestnej krajiny. V NP Hortobágy navštevujeme Vadaspark, v ktorom sú okrem domestikovaných druhov predstavené aj miestne divo žijúce druhy cicavcov a vtákov. Tento park zároveň slúži aj ako rehabilitačná stanica pre zranené živočíchy. V oboch zariadeniach využívame služby miestnych sprievodcov, ktorí nás erudovane oboznámia s účelom daného zariadenia, flórou a faunou národného parku a ochotne zodpovedajú všetky otázky našich študentov.

Obr. 3: ***Pozorovanie vtáctva v NP Fertő – Hanság, Maďarsko*** *(foto R. Malina)*

Obr. 4: ***Steppentierpark Pamhagen, Rakúsko*** *(foto R. Malina)*

Študenti počas celodenných exkurzií do zoologických záhrad riešia v rámci zadaní prípravu podobnej exkurzie pre rôzne cieľové skupiny žiakov, vrátane návrhu pracovných listov, ktoré majú mnohostranné didaktické využitie a sú významným nástrojom zvyšovania efektívnosti vyučovania. Pracovné listy umožňujú učiteľovi efektívne viesť a usmerňovať samostatnú prácu žiakov a zároveň sa môžu úspešne využívať aj ako diagnostický prostriedok pri realizácii spätnej väzby (napr. Ušáková, Jackovičová, 2013). Svoje výstupy prezentujú v rámci riadených diskusií, resp. tvorivých dielní, ktoré umožňujú nielen prezentáciu ich názorov a nápadov, ale aj ich obhájenie, prípadne prehodnotenie a revíziu. Takýmito aktivitami (príprava exkurzií a pracovných listov a ich prezentácia) získavajú študenti učiteľstva praktické skúsenosti potrebné pre ich budúce zamestnanie. Riešením týchto úloh priamo v zoologickej záhrade sú študenti konfrontovaní s reálnou situáciou a lepšie si uvedomujú všetky problémy súvisiace s prípravou a organizáciou takejto formy výučby. Keďže spätná väzba je prakticky okamžitá, študenti si môžu hneď overiť svoje nápady v praxi, uvedomiť si chyby, ktorých sa dopustili a následne sa pokúsiť o ich nápravu.

Reálne exkurzie do týchto zariadení taktiež kombinujeme s virtuálnymi exkurziami, ktoré im predchádzajú. Študenti, tak vopred získajú zaujímavou a im blízkou a obľúbenou formou základné informácie o danom zariadení, ktoré si doplnia počas osobnej návštevy. Okrem toho, hoci virtuálne exkurzie bývajú spravidla menej účinné ako skutočné exkurzie, sú veľmi užitočné ako doplnok k aktuálnym exkurziám aj pri ich príprave a získavaní vstupných informácií tak pre žiakov a študentov, ako aj vyučujúcich (Morgan, Cox, 2005, Qiu, Hubble, 2002).

Chovné a rehabilitačné stanice

Chovné a rehabilitačné stanice sú zariadenia na krátkodobé umiestnenie poranených a inak hendikepovaných živočíchov. V zmysle § 45 zákona NR SR č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny sú **chovné stanice** zariadenia, ktoré:

1) sa zriaďujú na účel záchrany druhovej rozmanitosti, genetickej variability, obnovy a posilňovania stability populácií chránených živočíchov;
2) slúžia aj na umiestnenie počas nevyhnutnej doby potrebnej na ošetrenie, ktorá nepresiahne tri mesiace a na zabezpečenie prvotného veterinárneho ošetrenia chorých, poranených alebo inak poškodených živočíchov, ktoré sú neschopné samostatného života v prírodnom prostredí.

Rehabilitačné stanice sú zariadenia zriadené štátom, ktoré:
1) sa zriaďujú na účel záchrany druhovej rozmanitosti, genetickej variability, obnovy a posilňovania stability populácií chránených živočíchov;
2) sú určené na umiestnenie živočíchov, ktorých zdravotný stav alebo poškodenie si vyžaduje dlhodobejšiu rehabilitáciu a prípravu na návrat do prírodného prostredia.

Po prvotnom veterinárnom ošetrení sa živočíchy umiestnené v chovnej stanici, ktoré sú schopné samostatného života, navrátia do prírodného prostredia. Tie, ktoré sú dočasne alebo trvalo neschopné samostatného života, sa premiestnia do rehabilitačnej stanice alebo iného chovného zariadenia, napríklad na účel záchranného chovu.

V rámci vyučovania na KBE najčastejšie využívame **Chovnú a rehabilitačnú stanicu pri Správe CHKO Poľana v Banskej Bystrici**, ktorá je od roku 2009 umiestnená v záhrade Fakulty prírodných vied, ktorá je v správe KBE. Jej súčasťou je tiež átrium v priestoroch katedry, v ktorom sú od r. 2003 umiestnené niektoré trvalo hendikepované jedince (napr. bocian, kačica divá, havran a i.). Pokiaľ to zdravotný stav týchto jedincov dovoľuje, tak sa na ich opatere môžu dobrovoľne podieľať aj naši študenti. Tým získajú jedinečné skúsenosti a vedomosti o etológii a fyziológii konkrétnych druhov. Bocian biely „Edmund“ (ktorý je umiestnený v átriu už viac ako 10 rokov)“ sa stal akýmsi maskotom katedry.

*Obr. 5: **Átrium s bocianom bielym „Edmundom“**(foto R. Malina)*

Obr. 6: ***Terénne cvičenie v Rehabilitačnej stanici živočíchov v Banskej Štiavnici*** *(foto P. Urban)*

Nenahraditeľným doplnkom týchto aktivít sú aj exkurzie do **Chovnej a rehabilitačnej stanice pre hendikepované živočíchy z prírody v ZOO Bojnice** (vrátane exkurzií do tejto ZOO), **Rehabilitačnej stanice živočíchov pri Správe CHKO Štiavnické vrchy v Banskej Štiavnici** (ktorá je najstaršou na Slovensku) a do **Záchrannej stanice pre zranené živočíchy v Zázrivej**.

Poďakovanie

Za spoluprácu a pomoc pri exkurziách, ako aj inšpiráciu pri ich príprave i tvorbe tohto článku ďakujeme našim kolegom a priateľom, najmä Ing. Vladimírovi Šrankovi, RNDr. Petrovi Luptákovi, Mgr. Zuzane Mihálovovej (všetci ZOO Bojnice), RNDr. Evženovi Kůsovi (ZOO Praha), Mgr. Michalovi Adamcovi (ŠOP SR Banská Bystrica), Vladimírovi Baláškovi, Štefanovi Čengerovi (obaja ŠOP SR, Správa CHKO Štiavnické vrchy), Metodovi Macekovi (Záchranná stanica pre zranené živočíchy Zázrivá) a ďalším.

Literatúra

BEHRENDT, M., FRANKLIN, T., A Review of Research on school Field Trips and Their Value in Education. In: *International Journal of Environmental & Science Education,* č. 9, 2014, pp.235–245.

BERNÁTOVÁ, R. *Prírodoveda s didaktikou*. Prešov: PF PU v Prešove, 2001. ISBN 80-8068-057-4.

BRTNOVÁ ČEPIČKOVÁ I. *Didaktika přírodovědného základu*. Ústí nad Labem : Pedagogická fakulta UJEP, 2013. ISBN 978-80-7414-597-1. [online]. [cit. 2015-19-01]. Dostupné na www: http://projekty.ujep.cz/combiteachers/wp-content/uploads/2013/04/didaktika_prirodovedneho_zakladu_autor_Cepickova.pdf

ČINČERA, J.*Environmentální výchova: od cílů k prostředkům*. Brno: Paido, 2007. ISBN 978-80-7315-147-8.

ČIŽMÁROVÁ K.(ed.) *50 rokov vysokoškolského učiteľského vzdelávania v Banskej Bystrici*. Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici Fakulta prírodných vied, 2004. ISBN 80-8055-957-0.

DAVIDSON, S. K., PASSMORE, C., ANDERSON, D. Learning on zoo field trips: The interaction of the agendas and practices of students, teachers and zoo educators. In:*Science Education*, roč. 94, č. 1, 2010, pp. 122–141.

HOFMANN, E., RYCHNOVSKÝ, B., Integrovaná terénní výuka geografie, biologie a telesnévýchovy. In:*Biologie, Chemie, Zemepis*. Praha : SPN, 2004, pp. 4.

HOFMANN, E.(ed.) *Integrované terénní vyučování*. 1.vyd. Brno : Paido, 2003.ISBN 80-7315-054-9.

HOFMANN, E., KORVAS, P., POLÁČEK, P. *Multimediální učebnice pro terénní výuku*. Brno: Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita, 2008.

HOFMANN, E., TRÁVNÍČEK, M., SOJÁK, P. Integrovaná terénní výuka jako systém. In:JANÍK, T., KNECHT, P., ŠEBESTOVÁ S. (eds.), *Smíšený design v pedagogickém výzkumu: Sborník příspěvků z 19. výroční konference České asociace pedagogického výzkumu.*Brno: Masarykova univerzita, 2011, pp. 310–315. [online]. [cit. 2015-19-01]. Dostupné na www: http://ped.muni.cz/capv2011/sbornikprispevku/hofmanntravniceksojak.pdf

HUTSON, T., COOPER, S., TALBERT, T. Describing connections between science content and future careers: Implementing Texas curriculum for rural at-risk high school students using purposefully-designed field trips. In:*Rural Educator, č. 31,* 2011, pp. 37–47.

CHRENŠČOVÁ V. Exkurzie v environmentálnej výchove a ich využívanie na slovenských základných školách. In: *Envigogika*, roč. 7, č. 1, 2012, nestránkované.[online]. [cit. 2015-19-01]. Dostupné na www:

http://www.czp.cuni.cz/envigogika/index.php/cz/recenzovane-clanky/201-envigogika-2012-vii-1/662-exkurzie-v-environmentalnej-vychove-a-ich-vyuzivanie-na-slovenskych-zakladnych-skolach
IVANOVIČOVÁ, J. Rozvojové a inovatívne programy edukácie so zameraním na regionálnu
výchovu. In: *Vybrané teoretické a metodické aspekty regionálnej výchovy*. Nitra : Pedagogická fakultaUniverzity Konštantína Filozofa, 2008, pp. 31–42. ISBN 978-80-8094-392-9.
KOVALIKOVÁ S., *Integrovaná tematická výuka*. Kroměříž : Spirála, 1995. ISBN 80-901873-0-7.
KRÁLÍČEK L, BÍLEK M.*Exkurze jako stěžejní organizační forma výuky v muzejní didaktice*. 2008. [online]. [cit. 2015-19-01]. Dostupné z: http://pdf.uhk.cz/muzdid/materialy/Exkurze_kralicek_bilek.pdf.
LUPTÁK P. & SLOVIAK M.*ZOO Bojnice*. *Sprievodca*. Partizánske : Dansta, 2012, ISBN 978-80-969461-8-1.
MACHAR I., VRÁNOVÁ O., KILIÁNOVÁ H. Jak učit ochranu přírody a environmentální výchovy? (Případová studie z Univerzity Palackého v Olomouci, Česká republika). In: *Quaestiones rerum naturalium*, roč. 2, č. 1, 2015 (in press).
MARTULIAK P. (ed.) *Dvadsaťročná univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici. Zo stránok histórie jubilujúcej univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici a jej predchodkýň*. Banská Bystrica : Trian, 2012. ISBN 978-80-89371-13-6.
MICHIE, M. Factors influencing secondary science teachers to organise and conduct fieldtrips. In:*Australian Science Teacher's Journal*, roč. 44, č.4, 1998, pp. 43–50.
MORGAN, C.K., COX, R. An authentic learning design for farm tours. In:*Journalof Learning Design*, roč. 2, č. 1, 2005, pp. 66–72.
NUNDY, S. J.The role and impact of fieldwork in the upper primary school. In:*International Research in Geographical and Environmental Education*, roč. 8, č. 2, 1999, pp. 190–198.
ORIEN, N. A model for the development and implementation of field trips as an integralpart of the science curriculum, In: *School Science and Mathematics*, č. 93, 1993, pp. 325–331.
ORIEN N., HOFSTEIN A. Factors that influence learning during a scientific field trip in
a natural environment, *Journal Research in Science Teaching*, č. 31, 1994, pp. 1 097–1119.
PAPÁČEK, M. Badatelsky orientované přírodovědné vyučování - cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? In: *Scientia in Educatione*, roč. 1, č. 1, 2010, pp: 33–49.
PLESNÍK J., ROTH P. *Biologická rozmanitost na Zemi: stav a perspektivy*. Praha : Scientia, 2004. ISBN 80-7183-331-2.
SKALKOVÁ, J.*Obecná didaktika 2., rozšířené a aktualizované vydanie*. Grada: Grada Publishing, 2007. ISBN 80-2471-821-9.
QIU, W., HUBBLE, T. The advantages and disadvantages of virtual field trips ingeoscience education. In:PEAT M. (Ed.) *The China Papers: Tertiary science and mathematicsteaching for the21st century*, č. 1, 2002, pp.: 75.
TUREK, I. *Didaktika*. Bratislava: Wolters Kluver (Iura Edition), spol. s. r. o., 2010. ISBN 978-80-8078-322-8.
TUREK, I. *Didaktika*. Bratislava: Wolters Kluver, 2014. ISBN 978-80-8168-004-5.
URBAN, P.*Manažment chránených druhov živočíchov*. *Vybrané problémy*. Belianum : Banská Bystrica, 2013, ISBN 978-80-557-0627-6.[online]. [cit. 2015-19-01]. Dostupné aj na www.http://www.fpv.umb.sk/app/cmsFile.php?disposition=a&ID=18263
UŠÁKOVÁ K., JACKOVIČOVÁ M. Pracovné listy vo vyučovaní biológie s podporou digitálnych technológií. In *Biológia, ekológia, chémia*, roč. 17, č. 3, 2013, pp. 2–8. [online]. [cit. 2015-19-01]. Dostupné na www: http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_3_2013.pdf.
VALIŠOVÁ, A.; KASÍKOVÁ, H. (eds.) *Pedagogika pro učitele*. 2. rozšíř. a aktualiz. vyd. Praha : Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-3357-9.

Konferencia o výučbe ochrany prírody na vysokých školách

Ing. Juraj Švajda, PhD. MSc.
doc. Ing. Peter Urban, PhD.

Katedra biológie a ekológie
Fakulta prírodných vied UMB, Banská Bystrica
Peter.Urban@umb.sk

V dňoch 6. až 8. novembra 2014 sa v priestoroch Fakulty prírodných vied UMB v Banskej Bystrici uskutočnila vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou *„(Ako) Učiť ochranu prírody na vysokých školách?“*. Jej cieľom bolo upozorniť na aktuálne úskalia výučby modernej ochrany prírody, resp. biológie ochrany prírody na slovenských vysokých školách a začať diskusiu na danú tému aj s využitím skúseností kolegov z Českej republiky, ktorí zorganizovali niekoľko podujatí na danú tému. Snahou bolo tiež pokúsiť sa nájsť odpoveď na otázku kam smeruje ochrana prírody na Slovensku a ako reagujú na súčasný trend vývoja vysoké školy, resp. ako majú orientovať absolventov, ktorí sa chcú uplatniť v praxi ochrany prírody, prípadne vyučovať biológiu na základných a stredných školách. Usporiadateľmi konferencie bola Katedra biológie a ekológie FPV UMB v Banskej Bystrici v spolupráci s Agentúrou ochrany prírody a krajiny ČR v Prahe a Štátnou ochranou prírody SR v Banskej Bystrici. Konferencie, ktorú podporilo aj Občianske združenie Príroda z Banskej Bystrice, sa zúčastnilo celkovo 34 účastníkov zo Slovenska a Českej republiky, vrátane viacerých univerzít (UK Bratislava, UKF Nitra, UP Olomouc, KU Praha).

Konferencia mala 4 tematické okruhy:

- aktuálne problémy ohrozenia a ochrany biodiverzity a ich odraz vo výučbe na vysokých školách;
- úloha vysokých škôl pri ochrane prírody (biodiverzity);
- stav výučby ochrany prírody na Slovensku;
- čo potrebuje prax ochrany prírody od absolventov vysokých škôl?

V rámci 4 blokov referátov odzneli 3 plenárne prednášky (J. Plesník: Novinky z péče o biodiverzitu; J. Dlouhá: Jaké jsou trendy ve vzdělávání k udržitelnosti na vysokých školách? Závěry Dekády UNESCO pro vzdělávání pro UR a zajímavé iniciativy; J. Kadlečík: Národná stratégia ochrany biodiverzity na Slovensku) a 13 príspevkov. Po nich prebiehal záverečný workshop. Prezentácie, diskusie a práca v skupinách v rámci tvorivej dielne, upozornili na niekoľko zaujímavých skutočností. Vzhľadom na riešenie nových problémov v ochrane biodiverzity by mali byť študenti (absolventi) pripravení riešiť nové výzvy v tejto oblasti, pričom dôležité je aj poznanie historických súvislostí a interdisciplinárny prístup. To si vyžaduje od pedagógov osvojenie si nových kompetencií pre udržateľné vzdelávanie a zmenu motivačného systému tak, aby rovnako dôležitým kritériom okrem publikačnej činnosti bolo aj vzdelávanie študentov. Viacero prezentujúcich zdôraznilo potrebu silnejšieho prepojenia na prax (záverečné práce, exkurzie, praxe) vychádzajúce z dôležitých dokumentov a stratégií prijatých na národnej úrovni (národná stratégia ochrany biodiverzity). Dôležitým sa v dnešnom svete javí najmä potreba mať jazykovo zdatných študentov (možnosti zahraničných stáží), silnejšia motivácia študentov pre ich uplatnenie v praxi a prípadná zmena defenzívneho termínu „ochrana prírody“ na pozitívnejší (napr. starostlivosť o prírodné zdroje).

Súčasťou konferencie bola aj exkurzia do Chránenej krajinnej oblasti Poľana, ktorú v roku 1990 vyhlásili za rovnomennú biosférickú rezerváciu (rezervu biosféry) v rámci programu UNESCO Človek a biosféra. Ide o príklad trvalo udržateľného života, prijateľnej rovnováhy a vzájomného vzťahu človeka s prírodným prostredím, v ktorom sa ochrana prírody spája s ochranou kultúrnych hodnôt a ekonomickým rozvojom územia, vrátane rozvoja cestovného ruchu. Aj preto prebiehajú v súčasnosti snahy o rozšírenie prechodnej zóny BR Poľana o Hriňovské lazy bez statusu chráneného územia, v ktorom sa dosiaľ zachoval tradičný spôsob obhospodarovania pôdy.

Účastníci konferencie sa zhodli na nasledovných odporúčaniach:

1) Výučba ochrany prírody (biologickej rozmanitosti) by mala byť motivujúca so zapojením nových virtuálnych technológií pre oslovenie mladej generácie. Vyžaduje sa diferencovaný a individuálny prístup a výučba založená na riešení konkrétnych problémov z praxe. Tomu by mala zodpovedať aj aktualizovaná skladba predmetov v príslušných študijných programoch.
2) Výučba ochrany prírody by mala začať pokiaľ možno už v predškolskom veku a mala by byť súčasťou celoživotného vzdelávania. To si vyžaduje najskôr jasné definovanie cieľových skupín vrátane odbornej verejnosti. Vhodné sú napr. školenia pre pedagógov na nižších stupňoch škôl. Aj v tejto oblasti sa prejavujú širšie problémy systému vzdelávania a školstva na národnej úrovni.
3) Výučba ochrany prírody by mala prebiehať nielen v priestoroch škôl ale v závislosti od stupňa štúdia aj v teréne, vítané sú najmä odborné praxe a zahraničné stáže.
4) Výučba ochrany prírody by mala okrem nevyhnutného biologického a ekologického základu obsahovať aj predmety zamerané na manažérske a komunikačné zručnosti, praktický manažment a ekologickú etiku. Problematika podliehajúca rýchlemu vývoju (legislatíva, informačné systémy) by mala byť pravidelne aktualizovaná, v prípade legislatívy sa zamerať viac na pochopenie procesu.
5) Výučba ochrany prírody by mala sledovať nielen krátkodobý efekt (výchova kvalitných absolventov pre široký okruh potenciálnych zamestnávateľov) ale má mať na zreteli aj dlhodobé hľadisko (zmena myslenia ľudí a prístupu spoločnosti k ochrane prírody).
6) Výučbu ochrany prírody silne ovplyvňuje osobnosť a vlastnosti pedagóga (schopnosť zaujať, odbornosť, komunikatívnosť). Vhodným prostriedkom pre skvalitnenie výučby je široké prizývanie ľudí z praxe resp. organizovanie aspoň časti výučby priamo v teréne a kontinuálne samovzdelávanie pedagógov. Pre udržanie väzby na aktuálne trendy v tejto oblasti sa odporúčajú pravidelné stretnutia a výmena skúseností medzi pedagógmi a pracovníkmi z praktickej ochrany prírody, prepojenie pedagógov a vedecko-výskumných pracovníkov do koordinačných orgánov ochrany prírody a rád chránených území a publikačná aktivita v periodikách a odbornej literatúre ochrany prírody. Inšpiráciou môže byť aj vytvorenie vzdelávacieho programu pre starostlivosť o chránené územia po vzore zahraničných univerzít. Na druhej strane je potrebné tiež kontinuálne vzdelávanie pracovníkov z praxe ochrany prírody, na ktorom by mali participovať aj odborníci z vysokých škôl.

Obr. 1: ***RNDr. Plesník, CSc. z Agentúry ochrany prírody a krajiny ČR moderoval prvý blok referátov***

Obr. 2: ***Práca v skupinách počas tvorivej dielne***

Obr. 3: ***Na konferencii aktívne vystúpili aj odborníci zo Štátnej ochrany prírody SR (Ing. Vladimíra Fabriciusová, PhD. a RNDr. Ján Kadlečík)***

Obr. 4: ***S postrehmi z ochranárskej praxe vystúpili aj študenti z domácej fakulty (Bc. Martina Dorková)***

(autor všetkých fotografií P. Urban)

ISSN 1338-1024