

## **Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice**

Miroslav Papáček

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Česká republika*  
katedra biologie, Pedagogická fakulta JU, Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice;  
papacek@pf.jcu.cz

**Abstrakt.** Článek se zabývá analýzou limitů a možností zavádění a šíření badatelsky orientovaného vyučování (= BOV) do škol v České republice. Vysvětluje (a) pojem badatelské vyučování, (b) proč je BOV potřebné do škol zavádět a užívat pro vzdělávání přírodním vědám a (c) zběžně charakterizuje situaci užívání BOV ve světě. Jsou zde zároveň vymezeny nároky BOV a pojmenovány a diskutovány omezení jeho zavádění do škol v oblasti: (a) obsahu pedagogiky, didaktiky a metodiky biologie ve studijních programech studentů učitelství přírodopisu, resp. biologie, (b) „tlaku“ na vzdělavatele učitelů, (c) připravenosti učitelů, (d) vybavenosti škol a (e) vnějšího rámce vzdělávání. Zmiňuje rovněž možné vzdělávací riziko zavádění BOV v souvislosti s jeho nároky. Článek doporučuje neotálet se zaváděním BOV a s proškolením nositelů této pedagogické změny. Uvádí také příklady zdrojů inspirace pro BOV, navrhuje organizační model jeho zavádění v ČR a zběžně se zabývá i otázkou jeho podpory.

**Klíčová slova:** badatelsky orientované vyučování přírodopisu a biologie; profesionální příprava učitelů; kurikulum; zavádění; rozšiřování; omezení; možnosti; Česká republika

### **Limits and chances for implementation of inquiry based science and biology education in the Czech Republic**

**Abstract.** This contribution deals with an analysis of limits and possibilities of inquiry based science education (= IBSE) implementation and dissemination to schools in the Czech Republic. It explains (a) the term inquiry based education, (b) necessity of implementation and use of IBSE for science education at present, and (c) briefly characterizes a state of IBSE implementation world wide. There are here also defined demands on IBSE and classified and discussed constraints for its implementation in the following areas: (a) contents of pedagogy, didactics and teaching methodology of science or biology education, (b) a „pressure“ on teacher educators, (c) results of teacher preparation, (d) laboratory equipment at schools, (e) outer outlines and relationships of education. A risk of IBSE implementation for education results is discussed in the relationship to its demands too. This contribution recommends to implement IBSE and to prepare teachers for such implementation immediately. It presents also examples of inspiration sources of IBSE, suggests the organizational model for implementation of IBSE in the Czech Republic and briefly notes also the question of a support of IBSE implementation.

**Keywords:** inquiry based science / biology education; teacher professional development; curriculum; implementation; dissemination; constraints; possibilities; Czech Republic

### **Tři otázky úvodem**

Randy L. Bell z Univerzity ve Virginii (USA) ve své studii zabývající se podstatou a cíli vyučování přírodním vědám (Bell, 2004) připomíná, jak Marshall Herron v 60. letech minulého století připodobnil diskusi o tomto tématu, kterou otevřela americká komunita vzdělavatelů v oblasti přírodních věd, k báji o Pandořině skřínce známé

z řecké mytologie. Podobenství spočívá v tom, že „kalamita“ otázek, která vzešla z této diskuse, připomínala bájeslovnou kalamitu problémů a chorob seslaných na člověka (lidstvo), když Pandora svěřenou skříňku otevřela. Dodnes samozřejmě nejsou všechny otázky zmíněné diskuse uspokojivě odpovězeny. Navíc, existuje rozdíl mezi tím, co lze vzdělávání a výuce přírodních věd doporučit a tím, co jsme schopni z objektivních i subjektivních důvodů reálně udělat.

Máme-li v úmyslu zavádět do škol novou výukovou metodu či vzdělávací směr, není od věci zasadit tento úmysl do kontextu reality vzdělávací praxe v daném prostoru a čase a do vnějšího rámce společenského klimatu. Pokud se takový transformační implementační krok nemá stát efemérní záležitostí, není také od věci zhodnotit případné překážky a rizika jeho realizace a na základě výsledků zhodnocení navrhnout konkrétní postup jeho zavádění.

Tento článek se pokouší o zběžnou analýzu limitů změn a analýzu možností zavádění a šíření badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu, resp. biologie do škol v České republice.

### ***Co je „badatelsky orientované vyučování“?***

Badatelsky orientované vyučování (= inquiry based education, IBE; resp. inquiry-based science education, IBSE – v případě vyučování přírodním vědám; viz rovněž Janoušková et al., 2008; v dalším textu bude pro jeho označení užívána zkratka BOV) je jednou z účinných aktivizujících metod problémového vyučování. Vychází z konstruktivistického přístupu ke vzdělávání. Učitel nepředává učivo výkladem v hotové podobě, ale vytváří znalosti cestou řešení problému a systémem kladených otázek (komunikačního aparátu). Má funkci zasvěceného průvodce při řešení problému a vede přitom žáka postupem obdobným jaký je běžný při reálném výzkumu. Od formulace hypotéz (Jak co asi funguje? Jakou to má roli ...?), přes konstrukci metod řešení (Jak to zjistit ...?), přes získání výsledků zjištěných metodikou, na které se žáci s učitelem dohodli (Co jsme pozorovali? Co jsme změřili? Co nám ukázal ten který experiment?) a jejich diskusi (Co může být jinak? Co lze formulovat jinak? Co tomu říkají informace na internetu a v literatuře?) až k závěrům (Takhle to je. Takhle by to mohlo být ...). To umožňuje žákovi relativně samostatně a v kooperaci se spolužáky formulovat problém, navrhnout metodu jeho řešení, vyhledávat informace, řešit problém prodiskutovaným způsobem, a tak aktivně získávat potřebné kompetence, znalosti, dovednosti a komunikační schopnosti.

BOV je zároveň strategií vyučování i modelem pro pedagogický postup (Bybee, 2004). Je to souvislostmi propojený proces diagnózy problémů, kriticky vedených experimentů, rozlišování alternativ, plánování výzkumů, ověřování domněnek, hledání informací, proces vytvářející modely, proces diskusí s žáky a formování promyšlených argumentů (Linn, Davis & Bell, 2004). Jedná se o samoregulující se sekvence aktivit, kde je kladen důraz na samostatnost žáka, přičemž výuka je vedena s induktivní logickou argumentací a bohatou komunikací s žáky, tj. stylem „talking science education“. Charakteristickým rysem BOV je i to, že musí zahrnovat jistý objem experimentálních postupů rozvíjejících instrumentální dovednosti žáků (= činnostní vyučování; = “hands-on” activities).

BOV, resp. „Inquiry ...“ tak, jak je vnímáno v zemích, kde je užíváno, není úzce vymezeným směrem. Pojetí jeho dimenzí souvisí s rolí učitele, který BOV užívá. Tyto dimenze lze snad charakterizovat extrémními póly škály jeho vnímání. Těmito extrémními póly jsou „řízené BOV“<sup>2</sup> (učitel je manažerem, průvodcem a organizátorem, který zná .... a směřuje žáky k závěrům jejich hledání) a „otevřené BOV“ (kdy – i když učitel zná (což je předpokladem) – je žák sám manažerem a organizátorem vyučování o zvoleném tématu a někdy dokonce sám problém vybírá). Je pak zřejmé, že aktivity takového problémového vyučování nemusejí vždy vést ke korektním odpovědím na stanovené otázky (Jorde, 2009), což ale není na překážku rozvoje žáka ani „od reality života“.

### ***Proč BOV do škol zavádět?***

Narůstající a měnící se objem poznatků biologie jako vědy a technologie i akcenty společenské praxe vyžaduje nezbytně transformaci výukových přístupů. V rovině výběru učiva a jeho akcentů (např. Švecová, 2005; Jeřábek & Tupý, 2007, Petr, 2009); v rovině didaktických přístupů (viz např. Papáček, 2006; Janoušková et al., 2008) i didaktického výzkumu (cf. Janík, 2005). Souter & Gray (2000) i další autoři zdůrazňují nutnost biologického vzdělávání pro žáky – budoucí občany (ne jen pro budoucí specialisty), kteří musejí být připraveni naplňovat různé role v měnícím se světě a kompetiční atmosféře, v níž je nezbytné integrativní vnímání souvislostí. Aby mohla být reforma vzdělávání v biologii úspěšně naplněna, vyžaduje mimo jiné revizi strukturace a obsahu učiva a periodické redefinování jeho standardů pro 2. a 3. stupeň

---

<sup>2</sup> Jak je z textu jistě patrné, autor tohoto článku se pro začátek zavádění BOV přírodních věd v ČR přiklání k jeho implementaci v podobě totožné nebo blízké pólu „řízené BOV“.

vzdělávání (dle klasifikace ISCED) (Papáček, 2006). V posledních dvaceti letech dochází ve světě k výraznému posunu akcentů a chápání podstaty vyučování přírodním vědám (viz např. Bell, 2004). Aby mohl didaktik či učitel připravovat „to“, co Alberts & Labov (2005) nazývají „inteligentní design vzdělávací cesty“, neměl by být omezován normami charakteru historického formálního rámce. Vzdělávací cesta nemůže být koncipována jen na základě přebírání nebo transformace tradičních modelů, či intuice a kreativity. Z ontodidaktického pohledu už nemůže být úplnou, byť zjednodušenou transformací systému vědních poznatků. Z pohledu na způsoby výuky už nemůže být vedena převážně jen deduktivně. Je potřebné přihlížet i k výsledkům analýzy vývojových trendů ve vědě a odrazu jejích výsledků v běžném denním životě a v neposlední řadě, vycházet i z pohledu do budoucnosti – odhadu vývoje v biologii (viz např. Younès, 2000). Kromě schopnosti operací se „základní abecedou biologických fenoménů“, věnujeme pozornost schopnosti žáka řešit problémy, vnímat příčinné souvislosti, integrovat informace a vytvářet si názor.

Problém je jasně pojmenován, cesty jsou naznačeny, nicméně, krize vzdělávání v přírodních vědách přetrvává. Jednou z aktuálních cest řešení situace se zdá být právě BOV přírodních věd.

Obecné důvody pro zavádění BOV do vyučování přírodních věd lze spatřovat ve třech rovinách. Pracovně si je můžeme nazvat: (1) rovina věcného řešení problému, (2) rovina ideově-etická a (3) rovina socio-ekonomická.

Jak již bylo zmíněno, obrovský objem poznatků přírodních věd rostoucí v podstatě exponenciálně (možná ještě strměji) a tzv. krize vzdělávání (což je termín, který možná není ničím jiným než pojmenováním deziluze vzdělavatelů z nemožnosti zprostředkovat mladým lidem, kteří jsou upoutáváni lákadly doby, úplný obraz světa a jeho fungování) vedly k přehodnocení názoru na podstatu (smysl), cíle a akcenty vzdělávání v oblasti přírodních věd a k úvahám o nutnosti konceptuální změny v přístupu ke vzdělávání. Vzdělavatelé by neměli být jen duplikátory svého vzdělávání, ale nositeli jeho změn a těmi, kteří iniciují učení (např. Sato & Klainsasser, 2004). Akcenty se pak přesunují z oblasti „co nejúplnější popisný obraz světa“ do oblasti „jak si vložit jevy světa, jak porozumět souvislostem, a obecně – jak porozumět problému a řešit jej“.

Michaels et al. (2008) a Jorde (2009) argumentují ve prospěch zavádění BOV směřujícího k vědecké výchově žáků a jejich schopnosti kvalifikovaně řešit problémy např. tím, že věda může zlepšit kvalitu života moderní společnosti v globálním

měřítku. Věda jako taková hraje jednak významnou roli v řešení problémů světa, ale věda „pro všechny“ a přírodovědné poznání „pro všechny“ jsou obecně důležité i pro demokracii, resp. pro potřeby demokracie, která je vytvářena osobně každým z občanů. Tj. demokracie založená na společenství, které prostřednictvím znalosti vědeckých informací svými kvalifikovanými názory ovlivňuje národní rozhodnutí i priority.

Rochard et al. (2007) a Jimnez-Aleixandre et al. (2009) pak shodně konstatují, že reforma v rovině vzdělávání, pedagogiky i reforma v rovině kurikula učitele i žáků je nutná mimo jiné i proto, že v celé Evropě klesá zájem o studium a práci v oblasti matematiky, technologií a přírodních věd. Evropská unie přitom potřebuje specialisty v této oblasti. Žáky je proto nutné více motivovat. Odborníci z oblasti přírodních věd jsou potřební pro ekonomický růst, prosperitu i úspěšnost EU z hlediska celosvětové kompetice (Jorde, 2009).

Pro situaci vzdělávání přírodním vědám v České republice Czesaná et al. (2009) uvádějí, že z posledních průzkumů PISA (= OECD Programme for International Student Assessment) vyplývá, že čeští žáci jsou úspěšní v oblasti vysvětlování jevů pomocí přírodních věd (což je z hlediska studia přírodních věd uspokojivé a pro vzdělavatelů budoucích přírodovědců potěšující), tzn. v oblasti aplikace vědomostí. Naproti tomu v oblasti rozpoznávání přírodovědných otázek, resp. rozpoznávání otázek, které lze vědecky zodpovědět a v oblasti používání vědeckých důkazů jsou významně méně úspěšní (což je z hlediska perspektivy studia přírodních věd přinejmenším alarmující a z hlediska vzdělavatelů budoucích přírodovědců naléhavým důvodem k zamyšlení). Tyto výsledky podle zmíněných autorů odpovídají dosavadnímu pojetí výuky v českých školách, kde se klade důraz na vědomosti a jejich aplikaci, nikoli však na vědeckou výchovu.

### ***Jaká je situace zavádění a užívání BOV ve světě a v České republice?***

Zdá se, že v USA a západní Evropě je BOV nosným směrem transformačních trendů vyučování přírodních věd. Základní teze tohoto vzdělávacího přístupu v poslední době formulovali např. Rocard et al. (2007). V USA se stalo BOV poměrně rozšířenou záležitostí (viz např. Flick & Lederman, 2004; Glasgow & Hicks, 2009).

Už v roce 1996 byly v této zemi společností National Research Council (NRC)<sup>3</sup> vyhlášeny a publikovány národní standardy vzdělávání v přírodních vědách (= National Science Education Standards (NSES), které mj. definují kompetence, k jejichž dosažení je BOV užíváno (viz např. Bybee, 2004). Existují zde i učebnice a kompendia didaktik přírodních věd této orientace (např. Flick & Lederman, 2004; Glasgow & Hicks, 2009; Hartman & Glasgow, 2002). V Německu je BOV v rámci projektu SINUS – Transfer úspěšně zavedeno po ca desetiletém úsilí na více než 1800 školách a evaluace výsledků vzdělávání svědčí o jeho úspěšnosti (např. Janoušková et al., 2008; Prenzel et al., 2009). Ve Španělsku i několika dalších zemích EU je BOV implementováno v rámci projektů Mind the GAP a RODA (viz např. Jimenez-Aleixandre, 2009). Projekt Pollen (viz <http://www.pollen-europa.net>) pak zavádí ve dvanácti evropských městech BOV přírodovědných předmětů do základních škol (viz rovněž Janoušková et al., 2008).

Abell (2001) charakterizovala situaci transformační změny vzdělávání v přírodních vědách v různých zemích světa s naprosto odlišnými socioekonomickými poměry a kulturní historií slovy: „...reforma soustředěná na kurikulum a výuku přírodních věd je interkulturální celosvětovou potřebou a záležitostí“. Shipman (2004) pak uvádí, že první dekáda 21. století odstartovala velké změny na fakultách (resp. institutech a kolejích) připravujících učitele, jejichž součástí je i obrat k BOV. Důvodem obratu je podle tohoto autora malá efektivita dosavadního způsobu výuky. BOV začali vyučující univerzit i dalších typů škol bez ohledu na národní prostředí zavádět nejdříve v praktikách (Shipman, 2004), jejichž povaha se k danému směru vyučování vyloženě nabízí. Je však nutné přiznat, že i přes důkladnou konceptuální a metodickou přípravu se v některých zemích pilotní implemetační projekty BOV do škol jen obtížně zavádějí (např. Y. Yalaki, Hacettepe University, ústní sdělení, 2010).

Pro „českou“ didaktiku biologie či geologie není ještě v současnosti badatelsky orientované vyučování v přírodních vědách „plošně“ definovaným pojmem. Nepracuje s ním. Ve svých pracích se o ně zatím zajímala zejména Janoušková a její spolupracovníci (např. Janoušková et al., 2008). V České republice by mohl být tento směr zahrnován pod různé pojmy označující aktivizující metody

---

<sup>3</sup> NRC je jednou ze čtyř složek Národní americké akademie. Posláním NRC je mimo jiné zlepšovat vzdělávání, podporovat a organizovat zavádění a šíření poznatků rozvíjejících přírodní vědy, technologie a medicínu – obecně záležitosti veřejného zdraví.

výuky nebo zážitkovou a problémovou pedagogiku. Rozdílem v aplikaci národně pojatých aktivizujících metod ve výuce přírodních věd od v zahraničí užívaného „Inquiry...“ je zejména reálná absence komunikačního a myšlenkového aparátu rozvíjejícího kritické myšlení žáků. Tyto informace dostatečně ilustrují českou – až na vzácné výjimky – „startovní pozici“ v oblasti BOV.

MŠMT ČR je v současné době (tj. v období 2009 – 2011) nositelem Individuálního projektu národního s názvem Podpora technických a přírodovědných oborů (= PTPO). Tento projekt, který je zčásti podporovaný EU, je koncipován poměrně široce a není primárně orientován na BOV. Nicméně, jeho platforma by pro zavádění BOV na fakulty připravující učitele a do základních a středních škol v ČR mohla být účinně využita (viz dále).

### **Zběžná analýza možností: nároky na BOV a s nimi spojené limity a úskalí jeho zavádění v České republice**

Tím, že jsme se úvodem pokusili odpovědět na tři poměrně zásadní otázky spojené s BOV, jsme vytvořili prostor informující o hlavních rysech nároků na jeho zavádění a realizaci. Známe-li situaci vzdělávání a přípravy učitelů přírodopisu, resp. biologie a situaci praxe<sup>4</sup> základních a středních škol v České republice v roce 2010, můžeme se pokusit hledat možná pozitiva i negativa této situace pro případné zavádění BOV v českém národním prostředí.

### ***Limity v rovině obsahu pedagogiky, didaktiky a metodiky přírodopisu, resp. biologie ve studijních programech učitelství***

Podstatnou skutečností v tomto ohledu je, že „česká“ pedagogika, resp. didaktika přírodních věd doposud téměř neznala (nedefinovala) pojem BOV ani jeho funkční obsah. Stejně tak, na rozdíl od situace v USA a západní Evropě, nejsou v ČR k dispozici učebnice a metodické příručky zabývající se konstruktivistickým pojetím vyučování a BOV v přírodních vědách pro studenty učitelství a začínající či pokročilé učitele v praxi.

Metody a nabízený repertoár výukových úloh a experimentů pro BOV přírodovědných předmětů jsou v zahraničí propracovány zejména v matematice (důkladně) a fyzice, resp. v chemii (viz např. Abell, 2001; Prenzel et al., 2009) a důkladněji pro jednoduché úkoly a úkoly s bazální tematikou (viz např. Jimenez-

---

<sup>4</sup> Autorovo povědomí o této situaci se zakládá na autopsii, sdělení jeho bývalých studentů, sdělení kolegů učitelů ZŠ a SŠ a zkušenostech z návštěv ZŠ a SŠ. Charakteristika situace nebyla autorem „měřena“, tj. kategorizována ani kvantifikována.

Aleixandre et al. 2009). Zdá se, že BOV v biologii je snad pro komplexitu oboru a podstatu předmětu vzdělávání (živé organizmy) relativně málo rozpracované. Tato skutečnost představuje omezení pre- i postgraduální přípravy učitelů přírodopisu, resp. biologie (repertoár dovedností, metodika, myšlenkové schéma a komunikační aparát) pro širší využití BOV bez ohledu na národní prostředí, ale i výzvu pro vzdělavatele učitelů přírodopisu, resp. biologie.

Překážka pro zavádění BOV v rovině obsahu studijních programů studentů učitelství je tedy dána zejména zpožděním české pedagogiky, obecné didaktiky a didaktiky biologie za děním v oboru i školské praxi v zahraničí a nevyvážeností rozpracovanosti repertoáru tematiky vhodné k využití pro BOV metodikami jednotlivých přírodovědných předmětů obecně.

### ***Limity v rovině „tlaku“ na vzdělavatele učitelů***

Příprava studijních materiálů a metodických příruček typu „Jak na to?“ (srovnej Glasgow & Hicks, 2009), cvičení a seminářů s obsahem BOV vyžaduje hodně času, experimentování, ověřování a soustředění. Imperativ doby a současného akademického prostředí v ČR ovšem vytváří tlak, který orientuje akademické pracovníky – didaktiky trochu jiným směrem. Tento tlak je dán např. skutečností, že metodika hodnocení Vědy a výzkumu v ČR učebnice a metodické příručky typu „Jak na to?“ vůbec „nezná“. Pokud se jim didaktik z přesvědčení věnuje, je taková činnost z hlediska jeho hodnocení, perspektivy na graduaci, resp. habilitaci a prodloužení pracovní smlouvy na českých vysokých školách na přelomu roku 2010 ztrátová. Klesající populační křivka generace potenciálních studentů vysokých škol a systém jejich financování pak generuje vnitrouniverzitní kompetici v oblasti garancí učitelství a proporcí tzv. odborné a didaktické složky studijních programů učitelství. Význam didaktiky přírodních věd a jejich didaktiků je v ČR podceňován či spíše z hlediska školské a skutečně světové současnosti a na základě „české autopsie“ nedoceňován. Přístup přírodovědecké vědecké komunity k didaktikám (didaktikům) přírodních věd, který má v ČR historické kořeny a „setrvačnickový efekt“ budeme jen pomalu a těžko posunovat do „evropské normy“. Z důvodu jistě, řekněme, zdrženlivosti a ostražitosti akademického prostředí na straně jedné a generačního hiátu, dobových důvodů a stupně graduace většiny didaktiků na straně druhé, neexistují v ČR týmy profesorů a jejich nekonformních doktorandů v oblasti

vzdělávání biologie, které by byly transformačním hnacím motorem výzkumu, zavádění a evaluace BOV.

### ***Limity v rovině připravenosti učitelů***

Limity v rovině připravenosti učitelů tj. absolventů studia učitelství i učitelů v praxi jsou přirozeně dány situací popsanou v předchozím textu. V ČR v podstatě zatím neexistuje systematická příprava učitelů zaměřená na aplikace BOV. Kromě toho existují i další omezení daná reálným stavem přípravy učitelů. Pokusíme se je ilustrovat.

Bybee (2004) charakterizuje podstatné rysy práce učitele a výuky při BOV v souladu se standardy vzdělávání (= (US) NSES) následujícím způsobem (volně přeloženo a doplněno):

- učitel je zasvěcený v přírodovědné problematice (tj. zná dobře odborné základy své aprobace a rozumí jim v souvislostech),
- učitel stanovuje priority postupu při hledání důkazů a odpovědí na zadané otázky,
- učitel užívá důkazy (výsledky zjištění, měření, atd.) k vytváření vysvětlení formulovaných žáky,
- výuka propojuje žáky formulovaná vysvětlení s (vědou dosaženými) přírodovědnými znalostmi (obsaženými v dostupné literatuře a na internetu),
- učitel vytváří systém komunikace při řešení zadaného problému, moderuje a řídí postup jeho řešení a ověřuje správnost žáky formulovaných vysvětlení.

Shipman (2004) pak prezentuje pět skupin fenoménů které jsou středem vědeckého zájmu a (podle NSES) musejí mít svůj didaktický odraz v BOV:

- systém, řád, organizace,
- důkazy, modely, vysvětlení,
- změna, stabilita, měření,
- evoluce (vývoj), rovnováha,
- forma, funkce.

Učitel se při BOV pohybuje v intencích tohoto schématu. Vybírá a přizpůsobuje aktivity pro svou vlastní konkrétní třídu. Proces přizpůsobování učitele tématu, situaci a třídě je kruciólním momentem funkčního zavádění BOV (Abell et al., 2004).

Schwarz & Crafword (2004), kteří nabízejí varianty postupů BOV, konstatují, že klíčové pro daný proces jsou zkušenosti učitele. Ten musí především rozumět a rozhodnout, které přírodovědné znalosti prostřednictvím BOV vytvářet. V tom podle

těchto autorů spočívá největší kámen úrazu přípravy učitelů i jejich výuky v praxi BOV.

Pokud se vrátíme k otázce „na čem lze stavět“, zjistíme např., že konstruktivistický přístup, schopnost komunikace a flexibility (pohotovost a repertoár vzdělávacích aktivit), schopnost vytvářet konstrukt vědeckého přístupu a komunikační aparát analogický vědeckému, který je potřebný k řešení vzdělávacího problému, nejsou vůbec samozřejmým atributem výbavy studenta, resp. absolventa učitelství přírodních věd.

Např., šetření u vzorku studentů učitelství přírodopisu a biologie (pedagogických fakult a přírodovědecké fakulty) naznačilo, že většina studentů se s pojmem konstruktivistické vyučování dosud nesešla a neví, co si pod ním představit. Obdobná situace byla zjištěna v souvislosti s otázkami pátrajícími po podobě a úrovni žákovských prekonceptů<sup>5</sup>. Česko – rakouský srovnávací pedagogický experiment v podobě terénního zoologického praktika, jehož výstupem byla výuka žáků českých či rakouských gymnázií studenty učitelství biologie té které země ukázaly horší schopnosti českých studentů učitelství pohotově budovat výukový komunikační aparát při výuce (Papáček, 2001). Absolventi studia učitelství zaměřeného na výuku ve středních školách reálně učí i nejmladší žáky základních škol, přičemž na výuku přiměřenou jejich mentální úrovni většinou v rámci studia pedagogiky, pedagogické psychologie a při pedagogických praxích nebyli a nejsou připravováni (Papáček, 2005).

Bezděčnou přípravou na BOV je řešení bakalářských či magisterských prací. Přesto, že lze na každé vysoké škole nalézt literaturu seznamující studenta s metodologií vědecké práce (viz např. Papáček et al., 1990), zběžnou analýzou kvalifikačních prací vystavených na webu můžeme zjistit, že některé z nich zůstávají postupem práce daným metodologií vědy zčásti či zcela nedotčeny a mají převážně deskriptivní charakter. Je pak otázkou, nakolik učitel, který si sám na základě vlastní zkušenosti neověřil schopnost řešit problém takovým postupem, dokáže jeho analogii aplikovat v rámci BOV.

---

<sup>5</sup> Konstatování se opírá o předběžné dílčí výsledky širší studie realizované v rámci diplomových prací studentek PF JU Zuzany Kolčavové a Martiny Pazourové vedených autorem tohoto článku.

### ***Limity v rovině vybavenosti škol***

Tyto limity spočívají především v tom, že ne všechny školy mají specializované učebny či laboratoře pro výuku přírodopisu. Nesystémově nabízené pomůcky pro praktickou výuku nepokrývají spektrum vyučovacích témat a jsou pro školy někdy cenově nedostupné. Obdobná je také situace s dostupností přístrojů a měřicích či simulačních výukových aparatur s PC, s dostupností (mikro)setů pro žákovské pokusy popř. multiplikátů přírodnin. Ne všichni učitelé mají potřebnou motivaci a invenci a jsou disponováni potřebným časem a dovednostmi, aby mohli zajistit technické demonstrační a experimentální zázemí pro výuku vlastními silami.

### ***Limity v rovině vnějšího rámce vzdělávání***

Školské obsahové i organizační reformy jsou v Čechách a na Moravě od 50. let minulého století prakticky periodickou záležitostí. V některých oblastech přírodopisu či biologie nevedou ale tyto reformy v podstatě k pozitivnímu posunu ve znalostech či dovednostech žáků (viz např. Papáček & Šafářová, 2007). Snaha o zavedení BOV do systému vzdělávání přírodním vědám je také pokusem o reformní krok změny. Prosazování a podpora zavádění přístupů BOV do škol a budování sítě učitelů, kteří jsou schopni BOV v přírodopisu a biologii realizovat, ale vyžaduje čas na přípravu (Jorde, 2009; Prenzel et al., 2009). Národní podpora pro projekty, které směřují k obměně a vývoji kurikula, kde je zahrnuta BOV, je přitom nezbytná (Rochard et al., 2007). Guskeyův (2002) model změny a evaluace učitelského vzdělávání, který definuje kroky takové změny – od profesionálního startu až po změnu myšlení – ale ukazuje, že významným momentem změny je změna v přístupu učitele, k čemuž je potřebná jeho motivace. Situace školství v ČR v posledních 20 letech je ale charakteristická rychle se střídajícími reformami, z nichž některé ani nestačily vejít do života všech škol, pro něž byly koncipovány. Výsledkem této situace i dalších okolností jako jsou např. malé mzdy, neustálý nedostatek času, proměny mentality a chování žáků a změny přístupu rodičovské veřejnosti ke škole je únava, deziluze a skepse mnoha učitelů (A. Dytrt, předseda asociace ředitelů gymnázií, ústní sdělení, 2009). Navíc, učitel je rovněž vázán obavou, že ne vše, co je nutné znát a umět k maturitě, stačí odučit a na danou problematiku žáky připravit. V tomto světle je každé neplánované zdržení a odbočení od výukového plánu, což nelze při BOV vyloučit, pro učitele stresujícím momentem.

### ***Vzdělávací rizika související se zaváděním BOV***

Takovým rizikem může být nedostatečně zkušený a nedostatečně připravený učitel (odborně i pedagogicky), který kromě malé flexibility a schopnosti adaptability nemá zcela vyjasněnou představu o heuristických momentech BOV. Způsobem jeho vyučování pak nemusí být „talking education“, ale „rozhovory o ničem“ – bez vzdělávacího výsledku.

### **Závěrem: Existují šance na řešení situace?**

#### ***Otázka časování aneb – kdy?***

Píše se rok 2010. Uchazečů o vysokoškolské studium matematiky, techniky a přírodních věd ubývá. Hrozí riziko, že za několik let nebude možné obsadit profese zjišťující technologickou infrastrukturu potřebnou pro zázemí našeho bytí. V ČR jsme v ohledu plošnějšího a frekventovanějšího zavádění BOV do vyučování přírodních věd 15 – 20 let za USA a zeměmi západní Evropy. Není důvod, proč bychom se o plošnější implementaci BOV do pregraduálních kurzů vedených vzdělavateli budoucích učitelů a do postgraduálního vzdělávání učitelů v praxi neměli pokusit už letos.

#### ***Otázka počáteční tematiky pro BOV aneb – co?***

Rámcové vzdělávací programy (= RVP) zavedené do škol v ČR vytvářejí větší prostor pro kreativitu učitelů i pro plánování a organizaci vzdělávání podle podmínek té které školy. Na druhé straně kladou větší nároky na samostatnost a čas učitele a nutnost promýšlet souvislosti vzdělávacího programu. Toto prostředí proto nebrání pokusům o implementaci BOV do přírodovědného vzdělávání (srovnej např. Janoušková et.al., 2008).

Když alespoň zběžně prohlédneme zahraniční literaturu s problematikou BOV, kde jsou uvedeny příklady vzdělávacích ukázek, úloh a praktik, můžeme dospět k následujícímu závěru: čím blíže k živým systémům a čím „výše“ směrem k vyšším ročníkům, tím méně nalezneme příkladů a ukázek. Z povahy věci a ve světle všech vzdělávacích okolností se zdá, že ideálním prostředím pro start změny a plošnější zavedení řízeného BOV je předškolní přírodovědná výchova a přírodověda na 1. stupni základní školy.

Kde ale lze hledat zdroje inspirace pro úlohy BOV z přírodopisu a biologie v našem prostředí pro 2. a 3. stupeň vzdělávání? Není od věci hledat mezi úkoly a návrhy na praktická cvičení ve starších nebo nově publikovaných učebnicích a

příručkách pro praktika či v publikacích o výsledcích výzkumů TIMSS (= Trends in International Mathematics and Science Study) (viz např. Tomášek et al., 2009a, 2009b), a potřebným způsobem je adaptovat k BOV. Doslova inspiračním pokladem jsou úkoly jednotlivých ročníků biologických olympiád (viz Petr, 2010). Realizovatelnost a heuristický náboj těchto úloh jsou navíc prověřeny mnoha soutěžními koly. Inspiraci lze hledat i na webových stránkách (viz dále). Pro první kroky zavádění BOV jsou pravděpodobně nejlepším prostorem následující (z hlediska inspirací i realizovatelnosti) oblasti vzdělávání: geologie, fyziologie rostlin, fyziologie živočichů a člověka vedená s modelovými bezobratlými organizmy a samotnými žáky (člověkem) jako zkoumanými objekty, pěstitelské práce z pohledu aplikované botaniky a fyziologie rostlin, ekologie a problematika životního prostředí.

Zajímavým pramenem námětů na úkoly BOV jsou zahraniční webové zdroje. Např. materiály uveřejňované americkým Centrem pro BOV (= Center for Inquiry-Based Learning) na webové stránce <http://www.biology.duke.edu/cibl/> nebo pak materiály zveřejňované americkou „Asociací laboratorního vzdělávání v biologii“ (= ABLE) v „Proceedings of the annual conference of the Association for Biology Laboratory Education“. Ty jsou pak dostupné na webové stránce <http://www.ableweb.org/proc/contents.htm>. Jedná se o přehled testovaných úloh pro laboratorní výuku nejrůznější náročnosti, který vznikl díky pravidelnému setkávání a výměně zkušeností učitelů amerických univerzit.

### ***Otázka způsobu zavádění a šíření BOV aneb – jak?***

Startovním bodem každé pedagogické změny je vzdělávání učitelů (Jorde, 2009). Přitom je důležitá jak pregraduální příprava studentů (realizace změny ve školách za krátkou dobu víceméně plošně), tak postgraduální příprava učitelů ze škol v rámci celoživotního vzdělávání (realizace změny ve školách okamžitě). Postgraduální příprava navíc vytváří síť nositelů změn, kteří mohou kooperovat. Abell et al. (2004) se zamýšlejí nad tím, jak při takové změně vyučovacích přístupů podpořit učitele? Konstatují přitom, že metodiku výzkumu je těžké odlišit (separovat) od metodiky užívané v praxi výuky BOV. Realistickou přípravu na zavádění BOV nelze extrahovat od konkrétního tématu. Cestou je výuka na „případových studiích“, resp. případových konkrétních úkolech.

A jak bychom mohli připravit studenty učitelství a učitele v co nejkratší době na BOV v ČR? Situace ukazuje, že bude nutné začít přípravou vzdělavatelů učitelů

prostřednictvím vzdělávací akce typu „vzdělavatelé sami sobě“. V úvodním workshopu didaktiků přírodopisu a biologie, popř. dalších akademických pracovníků a jejich studentů shromáždit a vzájemně si poskytnout náměty na úlohy, demonstrace a praktika dobře realizovatelné BOV a spolehlivě si osvojit a zpevnit jeho metodiku včetně metodiky budování nezbytného komunikačního aparátu. Domovské univerzity vzdělavatelů učitelů jsou lokalizovány téměř ve všech regionech ČR. Zmíněný počáteční workshop proto možnost přípravy na BOV může přenést bezprostředně do těchto regionů. Tam lze souběžně její prvky či ucelenější systém zavádět a šířit v pregraduální přípravě učitelů (např. zavedením nového kurzu do jejich studijních programů nebo modifikací některého z kurzů stávajících) a v postgraduální přípravě učitelů formou otevření kurzu CŽV. Workshop vzdělavatelů učitelů by přitom neměl být jednorázovou záležitostí. Pokud by se periodicky opakoval (např. střídavě na různých univerzitách), mohl by být skutečnou dílnou rozvoje BOV v ČR. Analogické systémy výměny zkušeností v oblasti praktik, experimentů a demonstrací ve světě existují (viz např. dříve zmíněný materiál „Proceedings of the annual conference of the ABLE“). Naznačený model relativně rychlého a plošného zavádění BOV lze vyjádřit následujícím schématem:



Souběžně lze zavádění BOV podporovat s akcentem na jeho regionální šíření, např. v rámci nejrůznějších projektů (regionálních projektů, FRVŠ, rozvojových projektů MŠMT ČR, ESF). Velmi přínosné by bylo, pokud by se skutečně podařilo realizovat pionýrský projekt zavádění BOV v rámci projektu PTPO, o čemž v současnosti management PTPO diskutuje.

### ***Otázka zavádění BOV ve vztahu k vnějšímu rámci vzdělávání aneb – s jakou podporou?***

Jorde (2009) na českém národním semináři k zahájení projektu S-TEAM na Pedagogické fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích upozornila na skutečnost, že evropská zkušenost ukazuje, že i větší počet paralelních projektů v oblasti zavádění BOV přináší jen mírné zlepšení situace. Rochard et al. (2007) upozorňují na nezbytnost národní podpory pro projekty, které směřují k obměně a vývoji kurikula, kde je zahrnuta BOV.

V ČR je situace taková, že kromě Výzkumného ústavu pedagogického v Praze a iniciativy učitelů – jednotlivců, impulsy pro zavádění a šíření BOV generuje, popř. přenáší česká výzkumná skupina mezinárodního projektu S-TEAM z Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity v kooperaci s Individuálním národním projektem PTPO, který začíná zavádění BOV reálně finančně podporovat. Další podpůrné projekty závisejí na přesvědčení a iniciativě vzdělavatelů učitelů a jistě i na nositeli koncepce vzdělávání v ČR – MŠMT ČR.

Důležité je sofistikované a účelové směřování financí na podporu zavádění BOV tak, aby bylo efektivní a pomáhalo odstranit či alespoň obejít v předchozím textu diskutovaná omezení. Tj. směřování ne jen na úhradu kurzů BOV, ale do:

- 1) ZŠ a SŠ na (a) zlepšení vybavenosti specializovaných přírodovědných učeben těchto škol, (b) na alespoň přechodné snížení počtu hodin výuky učitelů, kteří BOV budou připravovat, zavádět a proškolovat v jeho problematice své kolegy na úrovni školy (školy v obci), a tak rozšiřovat síť „zasvěcených“ a (c) na zvýšení zaměstnanosti čerstvých absolventů učitelství v souvislosti se snižováním počtu hodin výuky učitelů uvedených v bodě (b).
- 2) univerzit a fakult připravujících učitele a garantujících inovativní kurzy CŽV pro učitele ZŠ a SŠ spíše než do přechodně vznikajících vzdělávacích firem bez odpovědnosti za vzdělávací budoucnost.

#### **Poděkování**

Tento příspěvek vznikl v rámci mezinárodního výzkumného a implementačního projektu S-TEAM (= Science Teacher Education Advanced Methods) financovaného grantem No 234870 7. rámcového programu EU – Science and Society (Action 2.2.1.1 Innovative Methods in Science Education) a také s podporou projektu GA JU 065/2010/S.

#### **Seznam literatury**

Abell, S. K. 2000: International perspectives on science teacher education: An introduction, s. 3 – 6. In: Abell, S. K. (ed.): *Science teacher education. An*

- international perspective*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Boston, London. 236 s.
- Abell, S. K., Smith, D. C. & Volkmann, M. J. 2004: Inquiry in science teacher education, s. 173 – 200. In: Flick, L. B. & Lederman, N. G. (eds): *Science inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education*. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht, Netherlands. 452 s.
- Alberts, B. & Labov, J. B. 2004: From the National Academies: Teaching the science of evolution. *Cell Biology Education*, 3: 75-80.
- Bell, R. B. 2004: Perusing Pandora's box: Exploring the what, when, and how of nature of science instruction, s. 427 – 446. In: Flick, L. B. & Lederman, N. G. (eds): *Science inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education*. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht, Netherlands. 452 s.
- Bybee, R. V. 2004: Scientific inquiry and science teaching, s. 1 – 14. In: Flick, L. B. & Lederman, N. G. (eds): *Science inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education*. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht, Netherlands. 452 s.
- Czesaná, V., Matoušková, Z., Havlíčková, V. Šimová, Z., Kofroňová, O. Lapáček, M., Braňka, J. & Žáčková, H. 2009: *Ročenka konkurenceschopnosti České republiky 2007 – 2008. Analýza. Část – kvalita lidských zdrojů*. Národní observatoř zaměstnání a vzdělání NVF, Centrum výzkumu konkurenceschopnosti české ekonomiky, Praha. 111 s.
- Flick, L. B. & Lederman, N. G. (eds) 2004: *Science inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education*. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht, Netherlands. 452 s.
- Glasgow, N. A. & Hicks, C. D. 2009: *What successful teachers do: 101 research-based classroom strategies for new and veteran teachers*. 2nd ed. Corwin Press, Thousand Oaks, California. 253 s.
- Guskey, T. R. 2002: Does it make a difference? Evaluating a professional development. *Educational Leadership*, 59(6): 45 – 51.
- Hartman, H. J. & Glasgow, N. A. 2002: *Tips for the science teacher. Research-based strategies to help students learn*. Corwin Press, Inc., Thousand Oaks, California; London, UK. 233 s.
- Janík, T. 2005: K oborovým didaktikám na PdF MU. Zpráva z pracovního semináře k oborovým didaktikám na PdF MU. *Bulletin CPV, Brno*, 2005/2. [on line] [cit.2006-05-20]. Dostupné na WWW: <http://www.ped.muni.cz/weduresearch/texty/BulletinCPV2005-2.doc>
- Janoušková, S., Novák, J. & Maršák, J. 2008: Trendy ve výuce přírodovědných oborů z evropského pohledu. *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Trnaviensis*, Ser. D, Supplementum 2(12): 129-132. [on line] [cit. 2010-03-07]. Dostupné na WWW: [http://pdfweb.truni.sk/katchem/ZBORNIK\\_2008/Janouskova\\_Novak\\_Marsak.pdf](http://pdfweb.truni.sk/katchem/ZBORNIK_2008/Janouskova_Novak_Marsak.pdf)
- Jeřábek, J. & Tupý, J. (eds) 2007: *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. VÚP, Praha. 126 s. [on line] [cit. 2010-01-10]. Dostupné na WWW: <http://rvp.cz/informace/dokumenty-rvp>
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Gallástegui, J. R. O., Santamaría F. E. & Mauriz, B. P. 2009: *Resources for introducing argumentation and the use of evidence in science classroom*. University of Santiago de Compostella, Spain. 49 s.
- Jorde, D. 2009: *Best practice in science education – a look at European educational policy*. Power point presentation presented in the Starting Czech National

- Workshop of the international project S-TEAM, to the WP3, University of South Bohemia, Faculty of Education, České Budějovice, October 15 – 16. 2009. 64 slides.
- Linn, M. C., Davis, E. A. & Bell, P. 2004. *Internet environments for science education*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers, Mahwah, New Jersey, USA. 412 s.
- Michaels, S., Shouse, A. W. & Schweingruber, H. A. 2008: *Ready, Set, Science! Putting research to work in K-8 science classrooms*. National Research Council. National Academic Press. Washington D.C. 220 s. [on line] [cit. 2010-03-12].
- Dostupné na WWW:[http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=11882](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=11882)
- Papáček, M. 2001: Terénní praktikum jako pedagogický experiment (Česko-rakouský projekt terénního zoologického cvičení), s. 68 - 70. In: Švecová, M., Horychová, I. & Stoklasa J. (eds): *Didaktika biologie a didaktika geologie, Současnost a perspektivy (Sborník příspěvků)*. Mezinárodní konference, 11. 9 . - 13. 9 . 2001. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Praha. 242 s.
- Papáček, M. 2005: K otázkám přípravy učitelů přírodopisu: realita, legislativa, perspektivy. In: *Progres v biologii. Zborník referátov z medzinárodnej vedeckej konferencie. 4. Biologické dni, FPV UKF, 8. - 9.9.2005, Nitra. Edicia Prírodovedec, 178: 283-285.*
- Papáček, M. 2006: Nároky na současnou didaktiku biologie, s. 330 - 335. In: Dargová J., Darák M. (eds): *Didaktika v dimenziách vedy a praxe. Zborník príspevkov z konferencie z medzinárodnou účasťou konanej 6. - 7. októbra 2005 v Prešove. Euroeducation, n.o., Prešov. 425 s.*
- Papáček, M. et al. 1990: Úvod do odborné práce (pro posluchače učitelství biologie). Skriptum. Pedagogická fakulta, České Budějovice, 197 s.
- Papáček, M. & Šafářová, L. 2007: Diverzita a klasifikace živočichů ve výuce biologie: implicitní signály opakované sondy znalostí a jejich vývoje, adresované teorii a praxi výuky na ZŠ a gymnáziích, s. 61 - 64. In: Tóthová, A. & Veselský, M. (eds): *ScienEdu. Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodovedných predmetov. 28. - 30. máj 2007, Univerzita Komenského, Bratislava. 475 s.*
- Petr, J. 2009: Přírodniny v preprimárním a primárním vzdělávání, s. 631 - 635. In: Kancír, J. & Zel'ová, V (eds): *Příprava učitelov v procese školských reforiem. Prešovská univerzita v Prešove, Pedagogická fakulta. Prešov. 954 s.*
- Petr, J. 2010: Biologická olympiáda – inspirace pro badatelsky orientované vyučování přírodopisu a jeho didaktiku, s. 136-144. In: Papáček, M. (ed.): *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi 2010. Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010, Jihočeská univerzita, České Budějovice. 165 s.*
- Pollen. Seed cities for science. [on line] [cit. 2010-03-10]. Dostupné na WWW: <http://www.pollen-europa.net>
- Prenzel, M., Stadler, M., Friedrich, A., Knickmeier, K. & Ostermeier, Ch. 2009: *Increasing the efficiency of mathematics and science instruction (SINUS) – a large scale teacher professional development programme in Germany*. Leibniz-Institute for Science Education (IPN), Kiel. 65 s.
- Rochard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henrikson, H. & Hermmo, U. 2007: *Science education now: A renewed pedagogy for the future*

- of Europe*. European Commission, Directorate-General for Research, Science, Economy and Society, Information and Communication Unit. Brussels. 22 s.
- Sato, K. & Kleinsasser, R. C. 2004: Beliefs, practises, and interactions of teachers in a Japanese high school English department. *Teaching and Teacher Education*, 20(8): 797 – 816.
- Shipman, H. L. 2004: Inquiry learning in college classrooms: For the times, they are, a changing. In: Flick, L. B. & Lederman, N. G. (eds): *Science inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education*. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht, Netherlands. 452 s.
- Schwarz, R.S. & Crawford, B. A. 2004: Authentic scientific inquiry as context for teaching nature of science: Identifying critical elements for success, s. 331 – 356. In: Flick, L. B. & Lederman, N. G. (eds): *Science inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education*. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht, Netherlands. 452 s.
- Smith, A. C., Stewart, R., Shields, P., Hayes-Klosteridis, J., Robinson, P. & Juan, R. 2005: Introductory biology courses: A framework to support active learning in large enrollment introductory science courses. *Cell Biology Education*, 4: 143-156.
- Souter, N. & Gray, D. 2000: Key ideas, continuity, coherence and progression in Scottish biological curricula. *Bioed*. [on line] [cit 2006-04-12]. Dostupné na WWW: [http://www.iubs.org/che/papers/souter\\_gray\\_1\\_of\\_2.html](http://www.iubs.org/che/papers/souter_gray_1_of_2.html)
- Švecová, M. 2005: Přírodovědné vzdělávání v kontextu dynamického rozvoje biologických disciplín. In: Progres v biológii. Zborník referátov z medzinárodnej konferencie 4. Biologické dni. 8.- 9. September 2005. FPV UKF, Nitra, Prírodovedec, 178: 37-42.
- Tested Studies for Laboratory Teaching. The proceedings of the annual conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE) [on line] 2010 [cit. 2010-03-10]. Dostupné na WWW: <http://www.ableweb.org/proc/contents.htm>
- Tomášek, V. et al. 2009a: *Výzkum TIMSS 2007. Úlohy z matematiky a přírodovědy pro 4. ročník*. Ústav pro informace ve vzdělávání, Nakladatelství TAURIS, Praha. 176 s.
- Tomášek, V. et al. 2009b: *Výzkum TIMSS 2007. Úlohy z přírodních věd pro 8. ročník*. Ústav pro informace ve vzdělávání, Nakladatelství TAURIS, Praha. 176 s.
- Younés, T. 2000: Biological education: Challenges of the 21st century. [on line] [cit 2006-05-12]. Dostupné na WWW: <http://www.iubs.org/test/bioint/39/2/html>