

Univerzita Karlova

Pedagogická fakulta

DISERTAČNÍ PRÁCE

Efektivita vybraných vzdělávacích postupů ve výuce biologie

The efficiency of selected educational practices in biology teaching

Sabina Radvanová

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Věra Čížková, CSc.

Studijní program: Pedagogika

Studijní obor: Pedagogika - didaktika biologie a EV

2017

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma Efektivita vybraných vzdělávacích postupů ve výuce biologie vypracovala pod vedením vedoucí práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne

.....

podpis

Ráda bych touto cestou vyjádřila poděkování vedoucí práce doc. RNDr. Věře Čížkové, CSc. za její cenné rady a trpělivost při vedení mé disertační práce. Rovněž bych chtěla poděkovat RNDr. Patřicií Martinkové, Ph.D. za vstřícnost a pomoc při zpracování statistických dat. Poděkování patří též všem učitelům a žákům zúčastněných gymnázií, bez jejichž pomoci by nebylo možné výzkum uskutečnit. Nakonec bych chtěla poděkovat všem mým blízkým, zejména rodině, za podporu během studia.

.....

podpis

ABSTRAKT

Cílem disertační práce je porovnat efektivitu badatelsky vedené a klasicky vedené výuky na příkladu tematického celku vylučování člověka u žáků vyššího gymnázia. V teoretické části práce byla provedena obsahová analýza pedagogicko-psychologické literatury zaměřené na efektivitu vzdělávání a badatelsky orientovanou výuku. Dále byly analyzovány současně platné české kurikulární dokumenty, tedy Rámcový vzdělávací program pro gymnázia a dostupné učebnice biologie pro gymnázia. V praktické části byly na základě těchto analýz a studia pedagogicko-psychologické literatury zpracovány přípravy pro klasicky vedenou a badatelsky vedenou výuku, včetně návrhu badatelských aktivit pro experimentální výuku. Pro porovnání efektivity zvolených výukových metod byl vytvořen výzkumný nástroj - pretest, posttest 1, posttest 2 a dotazníky pro žáky a učitele. Do didaktického experimentu se zapojili žáci a učitelé sedmi pražských gymnázií. Cílem dotazníkového šetření bylo statistická data získaná testováním žáků doplnit a blíže popsat. Při vyhodnocení dotazníků byla prokázána velká shoda mezi žáky a jejich učiteli. V pretestu se vstupní vědomosti žáků experimentální i kontrolní skupiny významně nelišily, v posttestu 1 došlo ke zlepšení u žáků obou skupin, v posttestu 2 pak k mírnému zhoršení u obou skupin žáků. Zatímco v pretestu rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou signifikantní nebyly, v posttestech 1 i 2 pak signifikantní rozdíly mezi oběma skupinami žáků byly, a to vždy ve prospěch experimentální skupiny. Procentuální úspěšnost v jednotlivých testových úlohách obou posttestů napovídá, že experimentální skupina řešila s větším úspěchem úlohy dovednostní zaměřené na testování vyšších kognitivních úrovní. Úspěšnost žáků obou skupin v úlohách znalostních, které vyžadují pouhé vybavení si určitého faktu, byla přibližně stejná. Signifikance rozdílu mezi oběma skupinami žáků v rozdílu POST1/2-PRE by mohla být prokázána komplexnějším regresním modelem. Byl tak potvrzen přínos badatelsky orientované výuky především v oblasti rozvoje kognitivních dovedností. Podrobná kvalitativní analýza výsledků v didaktických testech odhalila mnohé nedostatky, které se nejvýrazněji projevíly jednak v nedostatečné vyjadřovací schopnosti a nepřesné formulaci odpovědí žáků a dále pak v argumentačních dovednostech žáků. Dále byl v práci zkoumán vliv možných kovariát (známka na vysvědčení z biologie, pohlaví žáků, zájem či nezájem žáků o biologii, maturita z biologie a předpokládaný směr dalšího studia) na výkon žáků v didaktických testech.

KLÍČOVÁ SLOVA

efektivita, badatelsky orientovaná výuka, klasicky vedená výuka, didaktický test, dotazník, biologie, gymnázium

ABSTRACT

The aim of the dissertation is to compare the efficiency of inquiry-based teaching versus standard frontal teaching on the topic of the human excretory system at secondary school. In the theoretical part of the thesis a content analysis of pedagogical and psychological literature, focusing on the efficiency of education and inquiry-based teaching, was conducted. Furthermore current Czech curricular documents were analyzed, i.e. the Framework Education Programme for secondary schools and available biology textbooks for secondary schools. In the practical part, based on these analyses and the study of pedagogical and psychological literature, lesson plans for the frontal teaching and inquiry-based teaching were prepared, including a proposal for research activities for experimental education. To compare the efficiency of selected teaching methods, a research tool was created – a pre-test, a post-test 1, a post-test 2 and questionnaires for students and teachers. Students and teachers of seven grammar schools in Prague were involved in the didactic experiment. The aim of the questionnaire was to provide further data and describe in detail the statistical data collected from the testing of the students. The analysis of the questionnaire data revealed a large consensus between students and their teachers. In the pre-test there was little difference between the experimental group students' initial knowledge and the control group students' knowledge; in post-test 1 an improvement occurred in students of both groups, in post-test 2 a slight deterioration occurred in students of both groups. Whilst in the pre-test the difference between initial knowledge of students in the experimental group and students in the control group was not significant, in post-tests 1 and 2 a major difference between the groups manifested, in all cases in favour of the experimental group. The percentage success rate in individual test items of both post-tests suggests that the experimental group was more successful at solving the skills tasks aimed at testing higher cognitive levels. The success rate of students in both groups was almost the same in solving knowledge tasks which require mere recollection of a certain fact. The significance of the difference between POST1/2-PRE groups of students could be proved by a more complex regression model. This confirmed the contribution of inquiry-based teaching, especially in the area of developing cognitive skills. The detailed qualitative analysis of the didactic tests results revealed many shortcomings, which were most evident both in students' poor verbal skills and imprecise wording of their answers and also in the argumentation skills. Furthermore the dissertation studied

the influence of possible covariates (final grade in biology, students' sex, students' interest or disinterest in biology, school-leaving exam in biology, and the expected direction of further studies) on the students' performance in didactic tests.

KEYWORDS

efficiency, inquiry-based teaching, frontal teaching, didactic test, questionnaire, biology, grammar school

Obsah

1 Úvod	10
2 Teoretická východiska práce	12
2.1 Efektivita vzdělávání	12
2.1.1 Vymezení pojmu efektivita vzdělávání	12
2.1.2 Vztah efektivity a kvality výuky	15
2.1.3 Metodické přístupy k zjišťování efektivity učení a vzdělávání	17
2.1.4 Orientace výzkumů při zjišťování efektivity	21
2.1.5 Současné názory a výzkumy zaměřené na efektivitu učení a vzdělávání – shrnutí	23
2.2 Badatelsky orientovaná výuka (BOV)	25
2.2.1 Vymezení pojmu badatelsky orientovaná výuka	25
2.2.2 BOV v kurikulárních dokumentech	30
2.2.3 Současný pohled na BOV a její hodnocení	31
2.3 Závěrečné shrnutí	36
3 Výzkumná část	38
3.1 Cíl výzkumné části disertační práce, stanovení hypotéz	38
3.2 Metodika práce	39
3.2.1 Obsahová analýza kurikulárních dokumentů	39
3.2.2 Příprava výuky	40
3.2.3 Tvorba badatelských aktivit pro experimentální výuku	41
3.2.4 Tvorba výzkumného nástroje	42
3.2.4.1 Didaktické testy	43
3.2.4.2 Dotazníky	49
3.2.5 Realizace didaktického experimentu	51
3.2.6 Použité statistické metody pro vyhodnocení výsledků	57
4 Výsledky	60
4.1 Srovnání vybraných kurikulárních dokumentů obsahové analýzy	60
4.2 Testování hypotéz na 5-ti procentní hladině	63
4.3 Vyhodnocení didaktických testů	85
4.3.1 Úspěšnost žáků v didaktických testech	85
4.3.2 Úspěšnost v didaktických testech v závislosti na skupině	86
4.3.3 Grafické znázornění celkového skóre v závislosti na didaktickém testu ..	89

4.4	Vyhodnocení dotazníků	92
5	Diskuse	95
5.1	Obsahová analýza kurikulárních dokumentů	95
5.2	Aktivity pro badatelsky vedenou výuku	96
5.3	Tvorba výzkumného nástroje a testování žáků	97
5.4	Výzkumný nástroj	98
5.4.1	Didaktické testy	98
5.4.1.1	Kvantitativní analýza výsledků v didaktických testech	100
5.4.1.2	Kvalitativní analýza výsledků v didaktických testech	103
5.4.2	Dotazníky	105
5.5	Testované hypotézy	105
6	Závěr	114
7	Seznam použitých informačních zdrojů	118
8	Seznam příloh	145
	Příloha 1 - Zadání pretestu včetně osobnostního dotazníku a autorského řešení ...	145
	Příloha 2 - Zadání posttestu 1, 2 včetně jeho autorského řešení	150
	Příloha 3 - Položková analýza pretestu, posttestu 1, 2	156
	Příloha 4 - Dotazníky pro žáky	158
	Příloha 5 - Dotazníky pro učitele	166
	Příloha 6 - Fotografie z realizace didaktického experimentu	174

Použité zkratky

BOV – badatelsky orientovaná výuka

ČSÚ – Český statistický úřad

ESTABLISH – European Science Technology in Action: Building Links with Industry, Schools and Home

Ex – experimentální skupina

Ko – kontrolní skupina

IEA – International Association for Evaluation of Educational Achievement (Mezinárodní organizace pro hodnocení výsledků ve vzdělávání)

OECD – Organization for Economic Cooperation Development (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj)

PISA – Programme for International Student Assessment (Program pro mezinárodní hodnocení žáků)

RVP – Rámcový vzdělávací program

RVP G – Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

TIMSS – Third International Mathematics and Science Study – Repeat (Třetí mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání)

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organizations (Organizace OSN pro vzdělání, vědu a kulturu)

1 Úvod

Na člověka jsou nepřetržitě kladeny nové nároky, které souvisí s proměnami ve společnosti. Vývoj těchto změn ovlivňuje celá řada faktorů, mj. i snadná dostupnost informací, což je dáno zejména rychlým rozvojem informačních a komunikačních technologií. Odlišný způsob práce s informacemi včetně změny životního stylu či preference hodnot vyústily ve změnu způsobu učení u nastupující generace. Úlohou dnešní vzdělávací soustavy je tedy adekvátně na tyto změny reflektovat a připravit tak člověka schopného se s těmito požadavky vyrovnat.

Jako nezbytné se jeví systematicky sledovat a hodnotit dosahované výsledky vzdělávací soustavy s cílem zvýšit její kvalitu, relevanci a efektivitu. Aby mohl jedinec co nejvíce rozvinout svůj potenciál, je za potřebí hodnotit nejen výsledky vzdělávání z pohledu plnění samotného vzdělávacího programu, ale rovněž je neustále konfrontovat s potřebami a očekáváním hlavních účastníků a partnerů vzdělávání. Kvalita a speciálně pak efektivita vzdělávání jsou předmětem nejenom společenského zájmu, ale i ekonomických a politických subjektů.

V současnosti společnost v obecné rovině vyžaduje takové školství, které člověka kvalitně připraví na život ve společnosti a na jeho plnohodnotné uplatnění. Jako důležité se proto jeví u žáka podporovat a rozvíjet takové schopnosti, jako je zodpovědnost, kreativnost, cílevědomost a schopnost překonávat životní překážky. Pouze takto vybavený člověk může být přínosný i pro ostatní členy společnosti. Zároveň je nezbytné posilovat mezi žáky též kooperaci, empaticnost, toleranci či potřebu chránit slabší jedince. Zmíněný požadavek nachází své místo v aktuálních kurikulárních dokumentech, např. Rámcových vzdělávacích programech pro základní vzdělávání a gymnázia.

Z uvedeného vyplývá skutečnost, že absolvent určitého stupně školního vzdělávání není něčím „hotovým“, ale neustále se rozvíjejícím jedincem. Podstatné tedy je naučit žáka myslet, řešit problémy a být tak schopen se celoživotně učit. Je však nutné poznamenat, že není možné opomíjet ve vzdělávání znalosti, neboť ty jsou také důležité a jsou předpokladem k rozvíjení dovedností, postojů a vytváření hodnot.

Výuka nejen přírodovědných předmětů by neměla být jen jednosměrným proudem předávání informací z učitele na žáky, ale zároveň by se měli žáci naučit, jak si mají informace sami vyhledat, zpracovat, využít při řešení problémů a tvorbě

závěrů. Výuka přírodovědných předmětů by měla simulovat i postupy vědecké práce. Lind (1998) uvádí, že nejlepší cestou, jak vyučovat přírodovědu nebo biologii, je dělat vědu. Proto jako jedno z možných východisek reagujících na změny v přístupu k přírodovědnému vzdělávání a přírodovědné gramotnosti žáka se jeví implementace metod badatelského přístupu do výuky biologie na školách.

Důvody, často uváděné jako hnací síla pro zavádění badatelské strategie pro zvyšování kvality přírodovědného vzdělávání, jsou ve většině případů následující (EACEA/Eurydice, 2006):

- klesající zájem o přírodovědná studia a související profese,
- rostoucí poptávka po kvalifikovaných výzkumných a technických pracovnících,
- obava, že by mohlo dojít k poklesu inovací a následně i hospodářské konkurenceschopnosti,
- ne plně uspokojivé výsledky v mezinárodních výzkumech hodnocení výsledků žáků (PISA, TIMSS).

Porozumění problematice badatelsky orientované výuky si vyžaduje nejen studium jejich teoretických východisek, seznámení se se zásadami realizace jednotlivých úrovní bádání, analýzu ověřených badatelských aktivit, ale i získání prvotních zkušeností s jejím zavedením do školní praxe.

Vzhledem k významu badatelské metody ve výuce biologie a relativně malému využívání v praxi byla na možnosti jejího využití zaměřena tato disertační práce. Jejím hlavním cílem bylo porovnat efektivitu badatelsky vedené a klasicky vedené výuky na příkladu tematického celku vylučování člověka u žáků vyššího gymnázia. Pro splnění tohoto cíle byly vymezeny následující dílčí cíle:

- provést obsahovou analýzu vybraných kurikulárních dokumentů
- zpracovat přípravy pro klasicky a badatelsky vedenou výuku
- vytvořit badatelské aktivity pro experimentální výuku
- vytvořit výzkumný nástroj – sadu didaktických testů (pretest, posttest 1, posttest 2) a dotazníků (žáci, učitelé)
- provést didaktický experiment
- statisticky zpracovat a vyhodnotit získané výsledky

2 Teoretická východiska

2.1 Efektivita vzdělávání

2.1.1 Vymezení pojmu efektivita vzdělávání

Pojem efektivnost (efektivita) znamená účinnost prostředků do ní vložených z hlediska hodnocených výsledků (Červená et al., 1978; Petráčková, Kraus et al., 1995). Efektivita (efektivnost) jako pojem se používá ve společenských i technických vědách, např. ekonomii, psychologii a v pedagogice. Pojetí efektivnosti v pedagogice se chápe většinou shodně s jejím ekonomickým chápáním, tedy jako relace mezi náklady a účinky (Průcha, 1990).

V češtině se používají synonymní pojmy efektivita a efektivnost. Podle T. Janíka přípona -ita vyjadřuje spíše jednorázovost jako momentální stav, zatímco -ost vyjadřuje dlouhodobost, tedy trvalou vlastnost (Starý, Chvál, 2009). V tomto textu budou použity oba pojmy bez bližší specifikace.

Při posuzování ekonomických aspektů vzdělávání má podle Baráka et al. (1979) problém určení jeho efektivnosti zásadní význam. Efektivnost vzdělávání z pohledu ekonomie vzdělávání tito autoři vymezují jako vztah mezi účinky vzdělání a prostředky a úsilím spojené s jeho dosažením. V tomto vymezení se však počítají za účinky vzdělávání pro zkoumání efektivity pouze ekonomické produkty školského systému (např. počty absolventů škol). Toms (1981) ve svém socioekonomickém pojetí vztahuje kategorii efektivnosti k přímým uživatelům efektivnosti produktů. Upozorňuje však na nepůsobení kritérií efektivnosti proto, že jsou požadována, nýbrž vyplývají z vlastností produktů. Windham (1988) vymezuje ekonomickou efektivnost vzdělávání jako maximalizaci všech výstupů vzdělávání ve vztahu k vynaloženým nákladům na všechny vstupy vzdělávání. Johnes (1993) odvozuje efektivnost vzdělávání z obecného ekonomického pojetí vzdělání, které je považováno za přírůstek ve skladu vědomostí, dovedností aj., jež jsou ve vlastnictví jednotlivců či celé společnosti. Correa (1995) ve své mikroekonomické teorii vzdělávání objasňuje fungování efektivnosti vzdělávání z hlediska vztahu mezi nabídkou učitelů a poptávkou rodičů.

Jako základní hledisko pro posuzování pedagogické efektivity vzdělávání uvádí Kujal (1970) kvantitu a kvalitu změn, ke kterým dochází u jednotlivce v důsledku vyučování v jeho vědomostech, dovednostech, schopnostech a vlastnostech, posuzovaných v souvislosti s všestranným rozvojem jednotlivce. Efektivita vzdělávání

je podle Pedagogického slovníku (Průcha, Walterová, Mareš, 2009) komplexní pojem vyjadřující, za jakých podmínek vedou určité „vstupy“ vzdělávacích procesů k určitým „výstupům“. „Vstupy“ představují faktory dané charakteristikami subjektů a obsahu vzdělávání, podmínky tvoří charakteristiky procesů výuky a „výstupy“ jsou vzdělávací výsledky a efekty vzdělávání. Měření a vyhodnocování efektivity vzdělávání v praxi je složité, i když výzkum v této oblasti je intenzivně rozvíjen. Stračár a Milan (1966) uvádí, že efektivnost vzdělávání a výchovy vždy vyjadřuje vztah mezi použitým prostředkem a dosaženými výsledky, kde prostředek zahrnuje čas, energii, materiál, technické prostředky potřebné na dosažení určitého množství a kvality výsledků. Průcha (1983) definuje efektivitu vzdělávání jako poměr mezi účinky vzdělávání (v ekonomické i mimoekonomické sféře společnosti) a reálnými společenskými potřebami, uspokojovanými prostřednictvím příslušných vzdělávacích projektů. Podle Skalkové (1984) otázka efektivity výchovně vzdělávacího procesu spočívá v dosažení nejpříznivějšího vzájemného působení základních komponent, tj. cíle, obsahu, vzájemné součinnosti učitele a žáků, podmínek, za nichž tento proces probíhá. Toto pojetí je ve shodě s pojetím efektivity vzdělávacího procesu opírajícím se o model kontext – proces – produkt (Kyriacou, 1986). Měření efektivity podle tohoto modelu má zahrnovat proměnné kontextu vzdělávání (determinanty dané vlastnostmi žáků, učitelů, škol, vzdělávacích projektů aj.), proměnné procesu (charakteristiky výukové komunikace a interakce, učebního klimatu ve třídách, vyučovacích stylů učitelů aj.) a proměnné produktu (krátkodobé a dlouhodobé kognitivní a afektivní výsledky výuky u žáků). Efektivita je tedy objasňována na základě vlastností samotného průběhu vzdělávacího procesu a komplexně ze vzájemného působení všech komponent, vztahů a podmínek vzdělávacího procesu (Průcha, 1990). Frömel (1987) definuje efektivitu jako úspěšnost v plnění výukových cílů a Grecmanová, Holoušová, Urbanovská (1998) ji spatřují v účinném vynaládání sil a prostředků při realizaci cílů výchovy. Palán (2002) definuje efektivitu vzdělávání jako hledání optimálního vztahu mezi vstupy (stupeň náročnosti přípravy vzdělávací akce, vynaložené náklady) a výstupy (dosažený efekt, přínos pro jednotlivce aj.). Přičemž přínos pro jednotlivce lze podle autora hodnotit měřitelným stupněm jeho znalostí, zvládnutím určité operace, jeho uplatněním na trhu práce apod. Při posuzování efektivity výuky vytyčuje Petlák (2004) tři základní kritéria, a to čas, energii a výsledky učební činnosti. Kolář et al. (2012) vymezují efektivitu učení jako poměr mezi vynaloženými prostředky, časem, úsilím, intenzitou nasazení psychických

procesů v učebních činnostech a dosaženými výsledky učebních činností (zvládnuté vědomosti, použitelné pracovní postupy, přijaté postoje).

Efektivita vzdělávacího procesu má určité specifičnosti, k jejichž charakteru se vztahuje např. psychologické pojetí efektivity od Janouška (1984), kde důležitou vlastností činnosti, spjatou s její cílovou zaměřeností, je produktivita (produktivnost). Jde tedy o to, aby daná činnost vedla k výsledkům a produktům, ale nesmí se také zapomínat na míru dosahování těchto výsledků a produktů. Z didaktického hlediska je podle Blinova (1976) efektivnost ukazatelem toho, jak se konkrétní výsledky procesu učení přetvářejí na výsledky mající společenskou významnost.

Podle Baráka et al. (1979) efektivnost vzdělávání představuje problém složitý a značně obsáhlý. Je to podmíněno nejen složitostí kategorie efektivnosti, ale i složitostí vzájemných vazeb v rozvoji vzdělání a společnosti. Kulič (1980) vyčleňuje následující složky efektivity učení a vzdělávání: cílová (obsahová), subjektivní (populační), rezultativní (výsledková, produktová), procesuální (předpokladová), nákladová, finanční, materiálně technické zajištění, přímo a nepřímo použitá pracovní síla a charakteristiky subjektivně prožitkové, psychofyzické nákladové, vnější předpokladové. Livečka (1984) definuje tzv. úhrnnou efektivnost, která má dvě složky: 1. efektivnost rezultativní (produktovou) danou rozdílem mezi vstupním a výstupním stavem, tj. naučením, zvládnutím učiva, a cílovým stavem požadovaným pro výkon činnosti, která byla předmětem studia a 2. efektivnost nákladovou (nárokovou) danou mírou psychofyzického a společenského úsilí vynaloženého na dosažení efektu učení formulovaného ve vzdělávacím cíli. Průcha (1996) vymezuje toto základní pojetí kategorie efektivnosti: rezultativní efektivnost (vztah mezi dosahovanými výsledky a plánovanými cíli), procesuální efektivnost (určena vlastnostmi a podmínkami samotného procesu vzdělávání), potenciální efektivnost (vytváření predikcí o očekávaných výsledcích na základě analýzy jevů), model kontext – proces – produkt (výsledky žáků jsou determinovány vlastnostmi žáků, učitelů, vzdělávacích programů a dále pak faktory reálné výuky), empirický model pedagogické efektivnosti (vzdělávací proces ovlivňují vstupní a procesuální determinanty, jejich působením vznikají výstupy v podobě výsledků a efektů reprezentující efektivnost vzdělávacích procesů).

Na efektivitu vzdělávání je v této práci nahlíženo komplexně, tedy nejenom jako na vztah mezi použitými prostředky a dosaženými výsledky, kdy za kritérium efektivity je považováno množství vynaloženého času a energie k dosažení určitého množství a

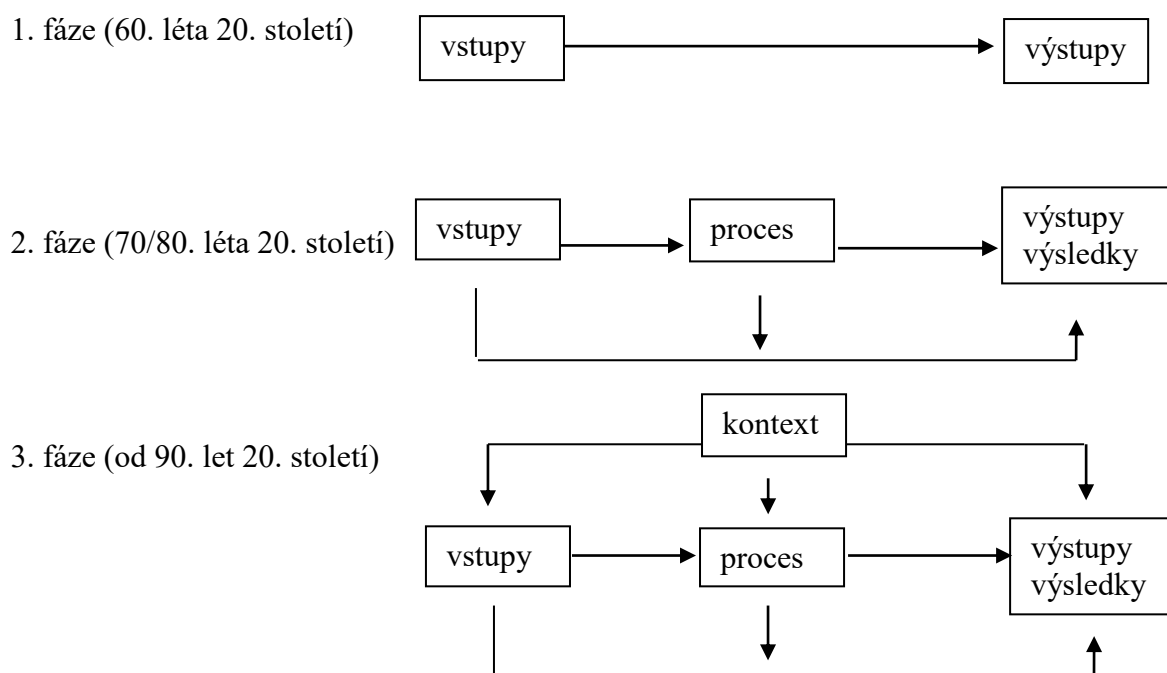
kvality výsledků, tak jako uvádí Stračár, Milan (1966), Palán (2002) či Petlák (2004), ale především z hlediska dosažení nejpříznivějšího vzájemného působení všech vlastností, komponent, vztahů a podmínek vzdělávacího procesu pro úspěšnost v plnění výukových cílů, jak ji vnímají Skalková (1984), Průcha (1990) a Frömel (1987).

2.1.2 Vztah efektivity a kvality výuky

Zjišťování kvality a efektivity provází formální vzdělávání od jeho počátků. Teprve moderní vědecké metody a nové technologie však tento výzkum významně zdokonalily (Průcha, 2009). Kvalita výuky (vyučování) je podle Pedagogického slovníku (Průcha, Walterová, Mareš, 2009) určena komplexní charakteristikou parametrů (vlastností) vyučování. Výzkumné přístupy se zaměřují buď na parametry procesuální (pedagogická komunikace), rezultační (vzdělávací výsledky) nebo na parametry klimatu třídy či školy. V důsledku velkého počtu proměnných ovlivňujících vyučování však není k dispozici žádná výzkumná procedura, která by umožňovala zjišťovat a exaktně vyhodnocovat komplexní kvalitu vyučování.

V systematickém zjišťování kvality a efektivity ve vzdělávání lze zaznamenat podle Průchy (2009) zhruba tři vývojové fáze, které znázorňuje Obr. 1.

Obr. 1 Schéma tří vývojových fází efektivity ve vzdělávání, upraveno podle Průchy (2009)



Otázky efektivity (účinnosti) učitelova jednání, školy a školského systému přicházejí ruku v ruce s empiricko-výzkumným přístupem až v průběhu 20. století – výrazně je v 60. letech nastolují sociologové a pedagogové se k nim ve zpětných spirálách vrací. Klíčovou otázkou výzkumů bylo, jaký vliv na výsledky žáků má škola ve srovnání s vlivem rodiny a dalších proměnných. Zatímco v 80. letech 20. století je pojem kvalita ve vzdělávání ještě dosti silně ovlivněn koncepcemi edukační efektivity (výukové účinnosti či produktivity), které jsou založeny na racionalitě typu účel-prostředek, už v 90. letech se objevují práce, které vysvětlují, že tyto pohledy na kvalitu výuky jsou redukovány (Janík, 2012). Například Posch a Altrichter (1997) poukazují na docenění étosu a kultury školy, Gruehn (2000) na klima školy a školní třídy, Oser, Dick a Patry (1992) na důležitost emočních faktorů. Na problém kvality vzdělávání upozorňuje i Pařízek (1988), který ji považuje za ukazatel role vzdělávání v hospodářském, sociálním a vědeckém rozvoji společnosti. Lze ji měřit náročností a intenzitou studia. Na samotný pojem kvalita výuky se ale již ve svých pracích zaměřuje Bloom (1973, 1976), který se ve svém modelu snaží nahradit jednostrannost přístupu zaměřeného na kvantitu výuky, tedy čas určený k vyučování a učení. Soustředí se na charakteristiky kvality výuky, jako je srozumitelnost, strukturovanost či soudržnost. Zohledňuje nejen kognitivní výkony žáků, ale též motivační a afektivní cíle (zájem, postoje, motivace, sebepojetí).

Kulič (1980) už počátkem 80. let poukazuje na náročnost teoretického a praktického řešení problematiky v souvislosti s neobyčejnou složitostí lidského učení, včetně organizovaného působení výchovně-vzdělávacího systému. Podle Pařízka (1988) však není vztah kvality vzdělání a efektivity vzdělání objasněn. Průcha (1996) konstatuje, že jejich význam nebývá přesně vymezen a většinou se překrývá. Starý a Chvál (2009) upozorňují na používání pojmů kvalita a efektivita v pedagogické sféře v různých významech, což může být zdrojem nedorozumění. Janík (2012) vidí neostrost rozlišení těchto pojmů v obtížnosti jejich překladů z angličtiny, němčiny a dalších jazyků do češtiny. Byl-li dříve pojem kvalita školy v zasetí pojmů výuková efektivita (účinnost) či produktivita, je nyní dle autora nutné pro jeho zpřesnění provést hlubší analýzu charakteristik, které ji zakládají, např. jasnost, transparentnost, strukturovanost, soudržnost, adaptivnost.

Aby nedocházelo k překrývání významů obou pojmů, záleží podle Starého a Chvála (2009) vždy na kontextu, ve kterém se používají. Ve vzdělávání pojem kvalita

vyjadřuje stav, který je optimální, žádoucí, ideální, tedy a priori pozitivní. Obecně je tedy kvalita vyjádřením nějakého stavu. Zatímco efektivita je obecně vyjádřením určitého vztahu. Často vztahu mezi nějakým výsledkem a tím, co tento výsledek způsobilo, zapříčinilo, popřípadě ovlivnilo.

Někdy je však kvalita chápána jako nadřazený pojem efektivitě, jindy to je obráceně. Jak uvádí Starý a Chvál (2009) jsou možné oba přístupy a mohou se prolínat. Je-li efektivita vnímána jako součást kvality, pak jedním z ukazatelů kvality v oblasti profesionálního rozvoje je učitelova průběžná reflexe, posuzování a hodnocení efektivit svých metod. Pokud je kvalita součástí efektivit, mohla by být výzkumně řešena otázka síly vlivu ukazatelů kvality pedagogické práce na dosahování dobrých výsledků žáků (měřených např. externě zadanými testy). Zúžením pohledu na zkoumání kvality či efektivit výuky zjistíme, že výzkumné otázky kvality budou soustředěny více na proces výuky a otázky efektivit budou sledovat převážně výsledky žáků v relaci např. ke vstupním podmínkám žáků, ke vzdělávacímu kontextu či k požadovaným cílům.

Empirické výzkumy, jejichž cíle jsou zaměřeny na zkoumání kvality či efektivit, jsou relativně nově označovány zastřešujícím pojmem výzkumy evaluační (Starý, Chvál, 2009). Podle autorů jsou to takové výzkumy, které jsou v jádru hodnotově orientované, výběr a tvorba metod je ovlivněna určitým konceptem kvality či efektivit a vyslovené závěry se na základě empirických dat k těmto konceptům opět vztahují.

2.1.3 Metodické přístupy k zjišťování efektivit učení a vzdělávání

Efektivita výuky bývá obvykle integrální (a zásadní) součástí výzkumu efektivit vzdělávání. Efektivita vzdělávání zpravidla uvažuje jako základní jednotku školu, efektivita výuky pracuje na úrovni třídy či jednotlivého učitele (Starý, Chvál, 2009).

Aby bylo možné mluvit o efektivitě vzdělávání nebo učení, je potřeba ji nejprve změřit. Měření efektivit není jednoduchá otázka. Existuje více způsobů, jak ji zjišťovat, z jakých dat na ni usuzovat, měřit a dále interpretovat. Efektivita se zjišťuje odlišnými postupy a metodami, které se opírají o zjištění ve výzkumných projektech různých typů.

Efektivitu lze měřit podle Kuliče (1980) třemi typy úsudku:

a) deduktivním úsudkem z teorie

b) závěrem z běžné zkušenosti

c) na základě experimentu

ad a) Úsudek vyvozený z teorie

Předpokladem této metody je identifikace systému (tj. určení jeho složek a jejich vztahů, jeho chování a vlastností na základě strukturní, funkční či informační analýzy systému) a konfrontace zjištěných charakteristik s požadavky vyvozenými z teorie. Je typické, že teorie postihují jen některý z aspektů, nebo existuje několik teorií, které si nadto v některých otázkách odporují. Například se může tvrdit, že určitý systém řízeného učení a vzdělávání je efektivní, protože svou strukturou a funkčním vybavením koresponduje s určitou teorií, nebo z ní byl odvozen a konstruován: např. z pedagogické teorie (teorie rozvíjejícího vyučování, teorie problémového vyučování, teorie exemplárního vyučování), z psychologických teorií učení a informační psychologie.

ad b) Závěr ze souboru praktických zkušeností

Mnohé závěry o efektivitě učení, vyučování a vzdělávání bývají vyvozovány z praktických zkušeností. Tento postup přináší celou řadu velmi cenných a originálních poznatků a postřehů. Má ale také mnoho omezení a nebezpečí. Často dochází k předčasnému či neoprávněnému zobecnění zkušeností vázaných na dané konkrétní podmínky nebo se spojují a srovnávají data získaná za nesrovnatelných či nerovnocenných podmínek. Mnohdy kritéria a systémy hodnot pozorovatelů, podle nichž se měří dosažené výsledky, bývají nejednotné a rozporné.

ad c) Úsudek vyvozený z výsledků experimentu a empirického ověření

Tato metoda je oproti dvěma předcházejícím z hlediska predikční platnosti mnohem více dostačující. Efektivita učení a vzdělávání se zde měří za předem projektovaných a do značné míry kontrolovatelných podmínek. Jedná se tedy o formu laboratorního experimentu či empirického ověřování v podmínkách přirozeného experimentu. Avšak ani tento způsob se neobešel bez řady kritických připomínek k platnosti a spolehlivosti získaných výsledků. Upozorňuje se na to, že sledovaný vzorek musí být dostatečně reprezentativní z hlediska metody a modelu vůbec. Reprezentativnost se zajišťuje vhodně využitými statisticko-matematickými metodami,

kteře jsou známy již při přípravě, projektování a vyhodnocování experimentů. Pro co největší reprezentativnost je nutné ověřovat experiment na dostatečném počtu vzorků nebo případů. Experimentální zjišťování efektivitě ale nemůže být zcela platné a spolehlivé, protože jde o příliš složitý jev, u něhož nelze kontrolovat všechny proměnné. Někdy se též namítá, že nelze předčasně vyvozovat obecné závěry o efektivitě vzdělávacích systémů a jejich složek, dokud takovéto vhodné systémy nedovedeme projektovat, konstruovat a realizovat. Optimalizace metody či systému je však možná při průběžné či po etapové konfrontaci současné efektivitě se strukturními a funkčními vlastnostmi vzorku.

Průcha (1990) uvádí další tři typy přístupů, které vedou k měření efektivitě vzdělávacího procesu nebo jeho složek. Rozlišuje:

- a) přístupy predikující tzv. potenciální efektivitě určitých komponentů vzdělávacího procesu
- b) přístupy hodnotící efektivitě vzdělávacího procesu na základě výpovědí o charakteru vzdělávacího procesu, získávaných od subjektů vzdělávání (žáků, učitelů) nebo kompetentních posuzovatelů
- c) přístupy měřící efektivitě vzdělávacího procesu z jeho produktů (kognitivní a nekognitivní změny na straně žáků)

ad a) Hodnocení potenciální efektivitě vzdělávacího procesu

Tento přístup je založen na vytváření predikce o pravděpodobných efektech určitých složek vzdělávacího procesu, které se dají očekávat při vlastní realizaci vzdělávacího procesu. Například Bacík (1984, 1985) zkoumal pedagogickou účinnost učiva (vyhodnocoval vlastnosti projektovaného učiva). Mikk (1981) a Baumann (1982) používali odborný princip pro hodnocení potenciální efektivitě učebnic, kdy se tato efektivitě predikuje na základě zjištěných parametrů obtížnosti a rozsahu textu učebnic. Hodnocení učebnic se věnoval také např. Čipera et al. (1988), zkoumající potenciální efektivitě a Pachmann a Banýr (1987), kteří vyhodnocovali validitu učebnic. Z těchto pokusů je patrné, že se autoři snaží objasňovat očekávané, pravděpodobné efekty některých komponentů vzdělávacího procesu. Je ale jasné, že potenciální efektivitě nemusí být zcela totožná s reálnou efektivitě, a to v důsledku změn, které vznikají v průběhu procesu výuky. Měří se tedy vstupní informace

a výstupní informace po absolvování dané výuky, u níž se měří efektivita (Průcha, 1990).

ad b) Hodnocení efektivnosti vzdělávacího procesu z výpovědi posuzovatelů

Efektivnost se hodnotí na základě výpovědi posuzovatelů, a to buď přímých účastníků vzdělávacího procesu (žáci, učitelé), nebo nezávislých kompetentních posuzovatelů. K získávání výpovědí se používají dotazníky a rozhovory s učiteli (co učitelé považují za efektivní při realizaci vyučování) a s žáky (názory na to, jak prožívají a hodnotí vyučování a učení). Též se používají rozborů oficiálních hodnocení efektivnosti (kvality) práce učitelů (hodnocení výuky nadřízenými školskými orgány, vyjádření hospitujících ředitelů a inspektorů) a pozorování a přímá nebo následná registrace výuky (činností a komunikace učitelů a žáků), k níž se používají různé pozorovací a kategorizační systémy pro záznam interakce (Průcha, 1990). Macák (1983) při zjišťování činitelů působících na efektivnost vzdělávacího procesu, používal kombinaci metod, jako jsou speciální dotazníky pro žáky, rozhovor se žáky, test zdrojů studijních potíží a analýza pedagogické dokumentace.

V zahraničních výzkumech jsou velmi rozšířeny tzv. posuzovací škály, podle nichž žáci nebo učitelé hodnotí efektivitu výuky. Ve Spojených státech amerických používaná škála RSA (Responsibility for Student Achievement Questionnaire) měří odpovědnost učitelů za vzdělávací výsledky žáků pomocí dotazníku obsahujícího 30 položek s jednou správnou alternativou. Tato metoda zjišťuje, jak si sami učitelé uvědomují osobní odpovědnost za výsledky své práce, což je jeden z faktorů efektivnosti výuky. Zahraniční studie se také zaměřují na to, jaký vliv má na efekty výuky učební klima ve třídě. K těmto výzkumům se používají dotazníky, které se předkládají žákům a učitelům. Klima ve třídě odpovídá učebním výsledkům žáků. Efektivnost výuky se také hodnotí na základě pozorování výuky a bezprostřední registrace činností učitelů nebo žáků, a to podle různých systémů zachycujících tyto činnosti. Dále se efektivnost výuky hodnotí na základě pozorování výuky a následného posuzování jejich kvalit podle kritériálního systému. Tento způsob je ale méně přesný, protože následné vyhodnocení kvalit výuky dovoluje různý výklad splnění stanovených kritérií (Průcha, 1990).

ad c) Hodnocení efektivnosti vzdělávacího procesu z jeho produktů

Hodnocení efektivnosti vzdělávacího procesu z jeho produktů je nejrozšířenějším typem zjišťování efektivnosti. Usuzuje se z reálných produktů výuky. Za produkty jsou zde považovány bezprostřední i dlouhodobé výsledky učení, projevující se ve změnách vědomostí, dovedností, názorů, postojů a zájmů učících se subjektů. Podstatou tohoto způsobu měření efektivnosti je měření pomocí didaktických testů, v nichž se měří skutečné výsledky naučení, kterých dosahuje určitá populace žáků v některé oblasti vzdělávání. Metody tohoto měření výsledků výuky u nás důkladně a instruktivně popsal Byčkovský (1982).

2.1.4 Orientace výzkumů při zjišťování efektivnosti

Zkoumání efektivnosti vzdělávání, učení a vyučování přináší v konkrétním výzkumu řadu problémů. Mnohé z nich vystupují v odlišné podobě v závislosti na základním typu výzkumu.

Scheerens (2004) uvádí pět základních typů výzkumů efektivnosti:

- a) výzkum rovných příležitostí ve vzdělávání
- b) ekonomické studie funkcí vzdělávací produkce
- c) evaluace kompenzačních programů pro znevýhodněné žáky
- d) studie mimořádně úspěšných škol
- e) studie efektivnosti učitelů, tříd a výukových procesů

Kulič (1980) vymezuje tři druhy studií zkoumající efektivitu určitých systémů:

- a) studie zjišťující
- b) studie srovnávací
- c) studie analytické

ad a) Studie zjišťující

Cílem těchto studií bývá pouze určit skutečný efekt procesu, tedy to, čemu určitý systém vzdělávání (metoda, postup, typ vyučování) skutečně naučil. Měření efektivnosti je tedy závislé na definici cíle. Důležité je popsat cíl předem určenými kritérii a standardy tak, aby se jeho dosahování dalo sledovat, měřit, kontrolovat. Tomu odpovídá požadavek, aby cíle byly definovány v pojmech výkonu (pomocí odpovědí, řešení úloh,

činností, výsledků činností) a možnost měřit výkon v pojmech cílů. Konečný efekt učení a vyučování lze vyjádřit pomocí kvantitativních ukazatelů absolutního efektu učení, relativního efektu učení a relativně možného efektu učení.

ad b) Studie srovnávací

O efektivitě určitého systému a jeho složek se uvažuje na základě srovnání s jinou soustavou složek, metodou směřující k témuž cíli. Pro splnění požadavku platnosti a spolehlivosti úsudku je nutné zvolit reprezentativní metodu použitím vhodných metodologických postupů a matematicko-statistických metod. Dále je nutné zajistit srovnatelnost získaných výsledků a to tak, že oba srovnávané systémy, jejich složky, metody musí od počátku směřovat k dosažení cíle za stejných vnějších podmínek. Získané výsledky jsou charakterizovány odchylkami od definovaného maximálního cíle či optimálního modelu, včetně podmínek dosahování vymezeného cíle.

ad c) Studie analytické

Úsudky o efektivitě určité soustavy, složky, procesu či metody se vyvozují nejen na základě zjištění konečného výsledku (efektu), ale i studiem procesu, který k němu vedl. K základním rysům těchto studií patří složitost zkoumaných jevů a jejich podmínek, a dále neopakovatelnost situací a procesů vzhledem k zaručení jejich identity. Pro obecnější formulaci a validitu závěrů z výzkumu je nutné připravit kvalitní metodologii projektování experimentů a zpracování jejich výsledků. Jednou ze základních metod odhalování příčinné spojitosti je vypočítávání korelací mezi proměnnými jednotlivých souborů.

Z charakteristiky výše jmenovaných metodologických postupů pro zjišťování efektivity vzdělávání nelze najít zcela obecná doporučení. Mnohé z nich je třeba modifikovaně řešit vzhledem k základnímu zaměření a smyslu celého projektu a diferencovat jednotlivé stránky zkoumané skutečnosti. Efektivita metody, kritéria jejího měření mohou být různé v závislosti na učivu, věku a předchozím vzdělání pokusných osob, na jejich úrovni (Kulič, 1980).

Barák et al. (1979) uvádí k problematice měřitelnosti efektivnosti vzdělávání, že lze na ni usuzovat jedině na základě bilance všech sledovaných účinků ekonomických i mimoekonomických. Jak těch, které efektivitu zvyšují, tak těch, které ji snižují. Efektivnost vzdělání bude vždy relativní. O tom, kdy bude vzdělání pokládáno za

efektivnější či méně efektivní, budou rozhodovat dané podmínky a rozbor jeho ekonomických a mimoekonomických účinků. Navíc efektivnost vzdělání bude možno empiricky prokázat až ex post, tj. teprve tehdy, až cíle a účinky bude možno konfrontovat s dosaženou skutečností, tedy až nastane daný efekt.

Podle Palána (2002) není vyhodnocování efektivnosti vzdělávání jednoduché, protože se velmi často pracuje s veličinami obtížně kvalifikovatelnými, a tudíž i obtížně měřitelnými. Předpokladem je přesné vymezení vzdělávacích cílů a zjištění kontrolovatelnosti výsledků vzdělávání.

Pro potřeby této práce se jeví vhodné sledovat efektivitu vzdělávacích postupů na základě využití metody úsudku z experimentálního ověřování v reálných školních podmínkách a výsledky experimentu potom posuzovat srovnáním rozdílů vstupů a výstupů aplikovaných didaktických testů, taktéž provedených analýz procesů a korelací proměnných jednotlivých souborů. Reprezentativnost získaných dat lze zajistit vypracováním vhodných metodologických postupů a použitím relevantních matematicko-statistických metod.

2.1.5 Současné názory a výzkumy zaměřené na efektivitu učení a vzdělávání - shrnutí

Koncept kvality, potažmo efektivity výuky je již po několik desetiletí úspěšně rozvíjen. Ve studiích zaměřených na efektivitu výuky spíše převládají kvantitativní přístupy, které jsou v současnosti doprovázeny kvalitativními metodami. Studie efektivity výuky mají spíše korelační charakter. Historii, vývoj a perspektivu výzkumů efektivity školního vzdělávání shrnuje ve své studii Straková (2016). Muijs (2004) ve své práci uvádí, že měření velikosti účinku umožňuje vyjádřit sílu rozdílu nebo vztahu takovým způsobem, že je můžeme porovnávat s výsledky jiných studií. To nám například umožňuje rozhodnout, zda má nějaká nová vyučovací strategie větší účinek na výsledky žáků než jiná metoda. Realizované výzkumné studie umožnily provádět metaanalýzy, které sloučily získané výsledky ze stávajících výzkumných šetření zaměřených na efektivitu výuky. Kyriakides et al. (2010) uvádí dva hlavní důvody, proč jsou metaanalýzy vědci prováděny. Prvním důvodem je podle autorů zájem vědců o kumulaci stávajících znalostí v daném oboru, kdy hlavním cílem je dát specifické odpovědi o efektu některých faktorů nebo zásahů na jiné proměnné. Druhým důvodem je pak zájem vědců využít poznatky na vytvoření nové teorie nebo navrhnout nové

metody zkoumání. Walberg (1984) v provedené metaanalýze nejefektivnějších výukových postupů uvádí proměnné jako motivování žáků nebo práce v malých skupinách. Fraser et al. (1987) zjistili závislost výkonu žáka s proměnnými jako kvalita vyučování, množství výuky či zpětné vazby. Wang, Haertel, Walberg (1993) uvádí ve své metaanalýze závěry současných zjištění výzkumů o efektivitě vzdělávání z hlediska vlivu vzdělávacích, psychologických a sociálních faktorů na učení. Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující výkon žáků patří studijní předpoklady žáků, výuková praxe, vzdělávací kontext domova či obce nebo povaha kurikula a výuky. Levine, Lezotte (1990) udávají ve svém přehledu osm klíčových oblastí, které charakterizují neobvykle efektivní školy. Jsou to produktivní klima a kultura školy, důraz na získávání studijních schopností žáků, přiměřené sledování pokroku žáků, rozvoj zaměstnanců školy, vynikající vedení, zapojení rodičů, účinná opatření a jejich implementace, vysoké očekávání a požadavky na žáky. Obdobnou identifikaci faktorů úspěšných škol přináší ve své studii i Sammons et al. (1995) či Reynolds et al. (1996). Naopak Fan a Chen (2001) se v provedené metaanalýze zaměřili detailně na korelaci zapojení rodičů a studijních výsledků žáků. Seidel a Shavelson (2007) se ve svém přehledu zabývali zjišťováním efektů vyučování na učení. Efektivita výuky byla zjišťována ze tří hledisek a to, různé účinky vyučování na učení, různé modely vyučování a učení, výzkumný design. Současně autoři ve své práci uvádí, že experimentální výzkumy realizované ve školní praxi se ve srovnání s korelačními studii vyskytují v podstatně menším množství, ačkoliv mají nejvyšší výpovědní hodnotu o efektivitě a kvalitě výuky. Na méně časté využívání pedagogického experimentu, i když je vhodný pro zjišťování efektivity výukových metod, upozorňuje též Maňák s Janíkem (2009). K dalším přehledovým publikacím o efektivních výukových postupech patří také série studií Vzdělávací praxe Mezinárodní akademie vzdělávání UNESCO (např. Walberg, Paik, 2002; Demetriou, Christou, 2015; Kampylis, Berki, 2014).

Podle Rubina, Stuarda, Zanutta (2004) zjišťování rozdílů mezi počátečním a konečným stavem za použití pretestu a posttestu, tzv. přidané hodnoty ve vzdělávání, naráží na mnoho překážek a často se nedaří je kvantifikovat pro objektivní měření. Campbell et al. (2004) uvádí, že právě nedostatek pozornosti věnované procesuální stránce vzdělávání je poměrně častým důvodem kritiky výzkumů efektivit výuky i efektivit práce učitelů. Jako současné trendy ve výzkumu efektivit vzdělávání uvádí Scheerens (2004) návrat ke zkoumání osobnostních rysů učitelů, více se soustředit na

vyučování dovednostem vyššího řádu, učení v oblasti autoregulace a konstruktivistickým přístupům, dále pak na vytváření vhodných výukových činností a motivování žáků pro jejich snadnější učení. Také Campbell et al. (2004) upozorňují na změnu orientace výzkumů efektivitu výuky, při níž dochází k posunu od hledání všeobecných doporučení a závěrů k rozlišení a prohlubování vnímání efektivitu výuky. Podle Starého a Chvála (2009) výzkum efektivitu výuky prokázal, jaké postupy a strategie jsou efektivní v obecné rovině. Nyní se do popředí zájmu badatelů dostávají učební situace v reálných podmínkách školní výuky. To dle názoru autorů vyžaduje soustředit se na specifika výuky různým vyučovacím předmětům, různému učivu. Jako cenné se jeví především experimentální výzkumy, které se soustředí na proximální součásti výuky. Podle Janíka (2012) mají tyto výzkumy spíše podobu mikroanalýz s potenciálem v rovině deskripce a explanace. Jejich cílem je elaborovat didaktický potenciál určitých výukových postupů pro porozumění určitému učivu či pro rozvíjení určitých kompetencí. Tyto výzkumy jsou reprezentovány např. pracemi zkoumajícími efektivitu konstruktivistických přístupů ve výuce přírodovědných předmětů na rozvoj přírodovědné gramotnosti (Ebenezer, Puvirajah, 2005; Weaver, 1998; Feinstein, 2011; Irwin, 2000; Wu, Tsai, 2005), kritického myšlení, autoregulace v oblasti učení či motivace a postojů k učení (Giest, 2014; Sungur, Tekkaya, 2005/06; Johnson, Kahle, Fargo, 2007; Meyer, Woodruff, 1997). Další autoři svou pozornost zaměřili na preferenci výukových metod žáky a jejich efektivitu na rozvoj učení (Chang, Hsiao, Barufaldi, 2006) nebo které faktory (např. osobnostní a profesionální rysy učitele) ovlivňují efektivitu zvolené výukové metody (Bartholomew, Osborne, Ratcliffe, 2004; Beeth, Hewson, 1999).

2.2 Badatelsky orientovaná výuka (BOV)

2.2.1 Vymezení pojmu badatelsky orientovaná výuka

Badatelsky orientovaná výuka (anglicky inquiry based education) je vzdělávacím směrem, do kterého jsou v oblasti přírodovědného vzdělávání vkládány velké naděje. Jeho filozofie vychází z konstruktivistických teorií, kdy nejsou nové poznatky žákům předávány v hotové podobě, ale jsou vytvářeny žákem samotným (Dostál, 2015a). Žák se tak stává v průběhu výuky aktivním jedincem (Papáček, 2010a), zatímco učitel se přesouvá do role průvodce a poradce (Nezvalová et al., 2010). Podstatou badatelské metody je problémový přístup opírající se o experimentování (Čížková, Čtrnáctová, 2016).

V tomto textu je na výuku nahlíženo jako na vzdělávací činnost, při níž učitelé a žáci vstupují do určitých vztahů a jejímž cílem je dosahování stanovených cílů, tak jak uvádí Průcha, Walterová, Mareš (2009) s odkazem na studii Maňáka (1994), zatímco vyučování je chápáno jako interakce učitele a žáků, jejímž základem je záměrné působení na žáky tak, aby u nich docházelo k učení, jak ho vnímají Průcha, Walterová, Mareš (2009).

Při analýze domácích i zahraničních publikací však lze spatřit rozdílné tendence v chápání pojmu badatelsky orientované výuky. Dle Dostála (2015a) je to dáno šíří pojmu, který je obtížné obsáhnout a přesně vyjádřit. Na nejednoznačnosti v různých vymezeních pojmu upozorňuje ve svých pracích celá řada autorů, např. Anderson, De Silva (2007), Etheredge, Rudnitsky (2003), Schwartz, Lederman, Crawford (2004), Abd-El-Khalick et al. (2004). První český překlad termínu „inquiry teaching“ se objevuje v anglicko-českém pedagogickém slovníku Mareše a Gavory (1999) ve významu vyučování bádáním, objevováním. V aktuálním vydání Pedagogického slovníku (Průcha, Walterová, Mareš, 2013) však uveden není. Různá pojetí chápání podstaty badatelsky orientované výuky uvádí v pracích např. autoři Linn, Davis, Bell (2004), Crommelin (2014), Rocard et al. (2007), Bogner, Sotiriou (2014), Wilke, Straits (2005), Hodson (2007), Nuangchalerm, Thammasena (2009), Tessier (2010), Apedoe, Reeves (2006), Warner, Myers (2008), Barman (2002) či Bybee (2004).

Zavádění badatelského přístupu do výuky reagovalo na publikaci National Science Education Standards (NRC, 1996), která přímo vyzývala k vysvětlování pojmu vědecké bádání a vedení žáků k jeho samostatnému provádění ve škole na věku odpovídající úrovni (Čížková, Čtrnáctová, 2016). Podrobně jeho historii, předmět, problematiku, perspektivy rozebírají např. Stuchlíková (2010), Papáček (2010a,b), Minárechová (2014), Dostál (2015a,b), Dostál, Kožuchová (2016) či Kireš et al. (2016).

Orientace na bádání se jeví pro přírodní vědy jako atraktivní. Jeho zavádění do výuky představuje příležitost, jak zvýšit u žáků motivaci a rozvíjet schopnosti řešit problémy a kritické myšlení, kde získání informací je východiskem, nikoli jeho cílem (Klooster, 2000). Pro zdárnou implementaci badatelství do školní praxe je však nutné, aby učitelé opustili zaběhlý systém výuky, měli důvěru ve schopnosti dorůstající generace, připravili se na možné nezdary, rozpoznali úspěchy, ocenili samostatnost (Rastede, 2016).

Pro potřeby práce je na podstatu badatelsky orientované výuky nahlíženo v souladu s vymezením, tak jak uvádí Rocard et al. (2007), Bogner, Sitirou (2014), Linn, Davis, Bell (2004), Kireš et al. (2016) či Papáček (2010a,b) a Čížková, Čtrnáctová (2016), tedy jako na problémovou metodu vycházející z experimentování.

Experimentování v BOV

S přírodovědným poznáváním je spojené experimentování. Výsledky studie provedené Rokosem et al. (2013) však upozorňují na skutečnost, že se z laboratorních prací na středních školách postupně vytratily prvky objevování, bádání a jejich průběh má charakter pouhé posloupnosti zadaných činností, čímž ztratily motivační i vzdělávací funkci. Též používání pracovních listů nebylo kvůli přílišné formalizaci u žáků příliš oblíbené. K podobným závěrům ve své práci dospěla i Čížková a Čtrnáctová (2016). Podle Petra (2014) badatelsky orientovaná výuka představuje nejpřímější cestu k tomu, aby se žák pokusil při řešení praktických úloh uplatnit jednotlivé prvky badatelského způsobu poznávání reality. Papáček et al. (2015) se domnívají, že v souvislosti s principy badatelského přístupu je možné uskutečnit určitý restart výuky spočívající v posílení, či spíše v návratu praktik, pokusů a praktických úloh do vyučování ve větším rozsahu. Podle Hejnové, Hejny (2016) představuje samotné experimentování nejvyšší úroveň bádání. Kireš et al. (2016) však dodává, že badatelské aktivity nemusí vždy souviset jen s experimentováním v laboratoři. Žáci mohou též řešit problém i jinými metodami, např. vyhledáváním informací v rozličných zdrojích anebo studiem situací a použitím analogií a konstruováním modelů. Dále autoři doporučují při realizaci badatelských aktivit používat pro žáky pracovní listy za účelem vedení žáků k psaní si poznámek a otázek, které rozvíjejí jejich vlastní bádání.

Formy bádání

Badatelské aktivity, se všemi jejími částmi (které uvádí např. Linn, Davis, Bell, 2004), kterými by procházel žák či skupina žáků samostatně, však není podle Kireše et al. (2016) jednoduché uskutečnit ve třídě. Podle autorů nemůžeme od žáků očekávat, že budou okamžitě schopni navrhnout a realizovat zkoumání se vším, co k tomu patří. Ve skutečnosti většina žáků potřebuje projít množstvím aktivit s výraznou pomocí učitele, než se dostanou do stádia, že jsou schopni zkoumat nějaký jev samostatně od začátku až do konce. Je tedy na učiteli, aby aktivitu postavil tak, aby zohledňovala intelektuální úroveň žáků a tím jim poskytl přiměřenou míru samostatnosti. Jako účinné opatření

pro postupné zavádění badatelského přístupu do výuky považuje Činčera (2013) vstupní procvičování badatelských dovedností žáků učiteli. Mnozí autoři (např. Schwab, 1962; Herron, 1971; Rezba, Auldrige, Rhea, 1999; Bell, Smetana, Binns, 2005; Banchi, Bell, 2008; Eastwell, 2009; Fradd et al., 2001; Kireš et al., 2016) proto rozlišují několik úrovní badání podle toho, kolik informací žákům poskytneme; do jaké míry aktivitu řídí učitel a žákům pomáhá např. otázkami, komentáři či usměrňováním. V praxi nejčastěji využívaný patří čtyřúrovňový model badání, který v sobě zahrnuje následující kategorie badatelského přístupu: 1. potvrzující badání, 2. strukturované badání, 3. řízené badání, 4. otevřené badání (podle Banchi, Bell, 2008). Kireš et al. (2016) ale upozorňují na nutnost dobrého zvážení výběru úrovně badání učitelem. Snahou sice je, aby žáci pracovali samostatně, ovšem přílišná volnost při realizování aktivit může vést k bezcílné zábavě žáků a na pouhé si hraní „dělání vědy“.

První dvě úrovně badání však nelze považovat za typicky badatelsky orientovanou výuku. Žáci zde výsledky a postup šetření znají, nemusejí si stanovovat hypotézu a hledat postup řešení. Přesto patří k nejužívanějším z uvedených forem badání (Eastwell, 2009). Podle Petra (2014) je častější užití právě těchto dvou úrovní badání celkem logické. Umožňují totiž vyřešit dilema, kdy na jedné straně dovoluje učiteli vést žáky za určitým vzdělávacím cílem, daným např. vzdělávacím programem, a na druhé straně poskytuje potřebnou a dostatečnou volnost žákům pro badatelské aktivity. Také Kireš et al. (2016) doporučují do běžné výuky zařazovat aktivity z nižších úrovní badání (interaktivní diskusi či demonstraci jako předstupeň badání, dále pak potvrzující a strukturované badání), protože poskytují žákovi jistou dávku samostatnosti, ale zároveň dostatek pomoci a vedení ze strany učitele, který drží průběh hodiny pevně v rukách. Nejvyšší úrovně badání (řízené a otevřené badání) spatřují autoři jako vhodné zařadit u žáků, kteří už jsou na tento způsob výuky dobře natrénovaní, resp. u žáků talentovaných se zájmem o přírodní vědy nebo při zadávání dlouhodobějších žakovských projektů. Jako další možnost pro využití vyšších úrovní badatelských aktivit se jeví použití ve třídě, kde jsou žáci zvyklí pracovat v heterogenních rovnocenných skupinách formou skupinového vyučování a disponují základními badatelskými dovednostmi. Neznamená to však, že každé téma má být vyučováno badatelským přístupem, protože na naplnění široké škály vyučovacích cílů je vhodná obměna metod a strategií. Dobrý učitel metody střídá (Kireš et al., 2016). Maňák a Janík (2009) uvádí, že žádná výuková metoda není sama o sobě efektivnější

než druhá. Vždy totiž záleží na okolnostech a podmínkách, v nichž se výuková metoda použije.

Pro potřeby disertační práce byl využíván pětiúrovňový model hierarchie badatelských dovedností podle projektu ESTABLISH: 1. interaktivní diskuse/demonstrace, 2. potvrzující bádání, 3. řízené bádání, 4. nasměrované bádání, 5. otevřené bádání (viz Kireš et al., 2016).

Badatelský cyklus

Bádání jako základní aktivita umožňující poznávání světa je spojená s činnostmi, které vyžadují specifické dovednosti a myšlení. Za typicky badatelské dovednosti lze považovat takové dovednosti, které bezprostředně vyžadují realizaci jednotlivých kroků badatelského cyklu. Seznam badatelských dovedností uvádí např. Fradd et al. (2001), Wilke, Straits (2005), Wenning (2007), Van den Berg (2013) či Ješková et al. (2016). Badatelské cykly, pomocí kterých by měla být realizována každá podoba badatelsky orientované výuky, mohou mít několik fází. Jejich počet a konkrétnější podoba se liší v rámci různých prací (Bybee et al., 2006; Eisenkraft, 2003), ale v základu jsou si velice podobné, ne-li skoro stejné. Jako vhodný model pro uplatňování badatelského přístupu ke vzdělávání se jeví model 5E, vytvořený výzkumem BSCS (a Science Education Curriculum Study) (www.bscs.org) (odkaz 1). Model se skládá z 5 fází, jejichž názvy v anglickém jazyce začínají na E, tedy 1. Engage/Elicit (zapojení a zjišťování), 2. Explore (zkoumání), 3. Explain (vysvětlování), 4. Elaborate/Extend (rozpracování/rozšíření), 5. Evaluate (vyhodnocení). Podle Kireše et al. (2016) nemusí badatelská aktivita pokrývat v plné míře všechny badatelské dovednosti. Každá by ale měla obsahovat výzkumný problém (otázku), který se bude aktivitou řešit a také postup řešení problému a sběr a analýzu dat na jeho zodpovězení. Žák se ovšem může stát postupně vyspělejším badatelem pouze, pokud bude procházet postupně úrovněmi bádání, přičemž si bude rozvíjet a zdokonalovat svoje badatelské dovednosti a zažívat stále větší pocit samostatnosti, a tedy i zodpovědnosti za činnosti souvisejícími s kroky badatelského cyklu. Činčera (2013) dále doporučuje žáky cíleně seznámit s konceptem badatelského cyklu a průběžně reflektovat míru zvládnutí badatelských dovedností žáky. Petty (2013) upozorňuje, že BOV je efektivní pouze za podmínky, že žáci mají: 1. všechny potřebné základní znalosti a dovednosti potřebné ke zvládnutí úkolu, 2. chápou, co se po nich žádá, 3. jsou schopni úkol splnit, a pokud učitel: 1. zvolí vhodné

téma, 2. přiměřeně řídí práci žáků, 3. sleduje pozorně práci žáků, 4. poskytne žákům dostatek času, 5. na konci činnosti shrne vše, co se měli žáci naučit.

2.2.2 BOV v kurikulárních dokumentech

Závěry ze široce založených výzkumů ukazují relativně se zhoršující trend biologických znalostí žáků i jejich schopností samostatného uvažování (např. Čížková, 2013). Tento neutěšený stav poukazuje na důležitost dovedností, které v oblasti přírodních věd odráží schopnost žáků klást si otázky, hledat na ně odpovědi a vyhodnocovat získané údaje. Obsah a cíle biologického vzdělávání jsou vymezeny rámcovými vzdělávacími programy (RVP) pro základní vzdělávání a gymnázia (VÚP, 2015, 2007). Přestože je rozvoj badatelských dovedností v těchto kurikulárních dokumentech všeobecně doporučován, nedochází k naplňování očekávání a předpokladů učitelů, Papáček et al. (2015). Příčinu pozvolného prosazování BOV ve vzdělávací praxi vidí Dostál (2015a) v setrvačnosti českého vzdělávacího systému.

Jako možný důvod rozdílu mezi plánovaným a osvojeným kurikulem spatřují Pokorná a Čížková (2012) v nejasné specifikaci požadavků na výkony žáků v biologii, prezentované formou očekávaných výstupů v RVP, tak aby byl zřejmý jejich systematický kontinuální rozvoj mezi jednotlivými stupni vzdělávání. Celkově je specifikace požadavků na výkony žáků málo návodná, a to mj. proto, že obsah vzdělávacího předmětu je reprezentován velmi obecně a stručně. Dále autorky uvádí, že hlavní cíle všeobecného vzdělávání, deklarované v úvodních kapitolách RVP, jsou konkretizovány na úrovni vzdělávacích oblastí, nikoli na úrovni očekávaných výstupů jednotlivých oborů. Další překážku pro posun v přírodovědném vzdělávání autorky považují absenci klíčové kompetence, která by explicitně vyjadřovala potřebu vyučovat přírodovědné předměty.

Konkrétní podobu, jak uvádí Papáček et al. (2015), včetně akcentů, dostává biologické vzdělávání až na základě zpracování školních vzdělávacích programů (ŠVP) v prostředí té které školy a je do značné míry závislý na autopsii vzdělání konkrétních učitelů, na stupni jejich profesionality, zkušenosti a invence. Pojetí přírodovědného vzdělávání teoreticky umožňuje využívat náročnější metody práce i nové zdroje a způsoby poznávání. Navíc je zřejmé, že klíčové kompetence je možné si osvojit pouze aktivní činností, takže jejich rozvíjení je spojené s používáním aktivizujících výukových

metod a postupů, které doplňují v současnosti častěji používané metody klasické, Papáček et al. (2015). Otázkou však podle autorů zůstává úroveň výběru tematiky a znalosti obsahu i úroveň didaktického pochopení obsahu a naplňování vzdělávacích cílů.

2.2.3 Současný pohled na BOV a jeho hodnocení

Pronikání a implementace badatelsky orientované výuky do jednotlivých přírodovědných předmětů neprobíhala v zahraničí ani u nás se stejnou intenzitou a potřebným efektem. Její efektivita tak stále zůstává předmětem diskusí. Na jedné straně se předpokládá, že BOV může mít řadu pozitivních dopadů na široké spektrum cílů, od zvýšení zájmu žáků o přírodní vědy, přes rozvoj dovedností řešit problémy, kriticky myslet, osvojení si potřebných přírodovědných konceptů, zlepšení kooperace mezi žáky i učiteli či podpora motivace učitelů pro výkon profese (např. Krajcik et al., 1998; Leonard et al., 2001; Shami, 2001; Straits, Wilke, 2002; Apedoe, Reeves, 2006; Hodson, 2007; Nuangchalerm, Thammasena, 2009; Papáček, 2010a,b). Na druhé straně však nelze konstatovat, že by tyto předpoklady byly přesvědčivě, empiricky doloženy.

Příklady začlenění bádání do národního kurikula v různých státech světa poskytuje ve své studii např. kolektiv autorů Abd-El-Khalick et al. (2004). Přehlednou analýzu zahraničních pramenů věnovaných BOV a její implementaci představuje Samková et al. (2015), která na straně 117 uvádí: *„Badatelsky orientované výuce přírodovědným předmětům, se v poslední době věnovaly dvě rozsáhlé studie (Hattie, 2009; Minner, Lewy, Century, 2010). První z nich analyzuje 205 dílčích výzkumů a na jejich základě ukazuje, že z hlediska znalostí žáků má BOV (i) největší efekt na prvním stupni základní školy a tento efekt s postupujícím věkem žáků klesá; (ii) a dvakrát větší vliv má na procesy než na obsah. Druhá studie na základě výzkumné otázky „Jaký je vliv badatelsky orientované výuky přírodovědných předmětů na výsledky žáků základních škol?“ analyzuje výsledky 138 dílčích výzkumů a na jejich základě konstatuje, že efekt BOV není tak výrazně pozitivní, jak očekávali, ale že u žáků indikuje zlepšení v konceptuálním porozumění přírodovědným předmětům jako důsledek aktivní participace v badatelském procesu.“*

BOV v preprimárním a raném primárním vzdělávání

Zajímavé zjištění v oblasti další motivace žáka pro studium uvádí studie Kjaernsli, Lie (2011), která potvrdila důležitost osobního pocitu zvládnutí a porozumění

přírodním vědám, které sehrává velkou roli i v případě, pokud aktuální výsledky žáka v testovaných znalostech nejsou na dobré úrovni. Janoušková et al. (2014) se domnívají, že vybudovat pocit důvěry žáka ve vlastní schopnosti by mohlo být dosaženo rozvojem prvků přírodovědné gramotnosti již v preprimárním a raném primárním vzdělávání, kdy děti projevují velkou touhu po dozvídání se nových věcí. Podle některých studií se totiž postoje žáků k přírodním vědám začínají zhoršovat od zhruba jedenáctého roku, s rapidním zrychlením po čtrnáctém roce (Osborne, Simon, Collins, 2003; Prokop, Tuncer, Chudá, 2007; Prokop, Prokop, Tunnicliffe, 2007; Kubiátko, Vlčková, 2011). Janoušková et al. (2014) dále na straně 44 uvádí: „*Pokud bychom ve výuce byli schopni dětem zprostředkovat takové problémy, které by byly schopny samostatně řešit, a předestírat jim takové experimenty, které by velmi přímočaře propojovaly hypotézy dětí s důkazy získanými v experimentech, pak by zde signifikantní přínos pro budoucí snazší studium přírodních věd existoval. Navíc se lze domnívat, že zavedení nejjednodušších metod přírodovědného poznávání nutně přispěje k dalšímu rozvoji jazykových schopností dětí. A konečně, při samostatném experimentování se mohou pozitivně rozvíjet rovněž motorické schopnosti dětí, pozornost, emoční regulace a některé exekutivní (rozhodovací) schopnosti.*“ Eshach (2006) dodává, že přírodní vědy představují pro objevitelství dětí velký potenciál, neboť mohou pozorovat, jednoduše experimentovat a na základě sledovaného klást otázky, hledat důkazy a vyvozovat některé závěry. Jako nezbytný předpoklad pro zvýšení vnitřní motivace dítěte autor uvádí důležitost poukázat na nesmírnou zajímavost přírodovědných oborů, a tudíž že má cenu jim v dalších letech věnovat pozornost. Také Papáček (2010a) uvádí, že ideálním prostředím pro start změny a plošnější zavedení řízeného BOV je předškolní přírodovědná výchova a přírodověda na prvním stupni základní školy. Implementací BOV na primárním stupni základních škol se zabývali např. autoři Vácha, Ditrich (2016), Vácha, Petr (2013), Wolf, Laferriere (2009) či Dotger, McQuitty (2014).

Vliv BOV na rozvoj motivace, postojů, vědomostí, dovedností

Studie potvrzující pozitivní vliv badatelsky orientované výuky na postoje, vědomosti, dovednosti i úspěšnost žáků je např. práce autorů Padilla, Okey, Garrand (1984), Chin, Chia (2006) o významu procvičování a aplikace procesních dovedností do výuky biologie. Akcay, Yager (2016) na základě výsledků experimentu dokládají vhodnost badatelské metody pro obě pohlaví žáků, přičemž nezaznamenali významný rozdíl v nárůstu vědomostí a dovedností mezi pohlavími. Vlivem badatelské výuky na

rozvoj badatelských dovedností v biologii se zabývali také např. Gibson, Chase (2002), Knox, Moynihan, Markowitz (2003), Wolf, Fraser (2008), Ketelhut et al. (2010), Blanchard, Southerland, Granger (2009), Uitto, Kärnä (2014), Lee, So (2015). Hugerat a Kortam (2014) ve svém experimentu prokázali též kladný vliv badatelské metody na rozvoj kognitivních dovedností vyššího řádu. Podle Hmelo-Silver (2004) lze na základě provedených výzkumných šetření usuzovat na efektivitu BOV v oblasti znalostí a dovedností řešit problémy a na autoregulaci v učení žáků. Vliv badatelství na zvýšení motivace k učení nebo kooperace je však nejasný. Jaus (1977), Selim, Shrigley (1983), Shrigley (1990) se domnívají, že s badatelsky orientovaným přístupem ve vyučovacím procesu dochází i k pozitivnějšímu vnímání přírodovědných předmětů a žáci mají pozitivnější postoje ke škole v porovnání se stavem, je-li aplikován jenom tradiční přístup do vyučovacího procesu. K podobnému názoru v oblasti motivace žáků dospěli autoři Summerlee a Murray (2010), Kane (2013) či Wang et al. (2015). Luce a Hsi (2015) dodávají, že se často sleduje motivace a zájem studentů o přírodovědné předměty. Ten však vždy nekoresponduje se zájmem o přírodovědné praktiky a badatelské postupy jako takové. Pro efektivní motivaci žáků se jeví podle Rudolpha (2005), Giesta (2014) nebo Cetin-Dindar (2016) jako nutné ukotvit badatelské úlohy v rámci přírodovědné výuky do reálného kontextu.

Vliv kontextuálních faktorů na BOV

Další autoři zkoumali vliv kontextuálních faktorů výuky na efektivitu badatelské metody. Kuech (2004) uvádí jako důležitý faktor velikost a složení skupiny žáků, povzbuzování žáků a časté poskytování zpětné vazby učitelem, dále pak závěrečné shrnutí výsledků práce učitelem. Pea (2012), Zhang et al. (2005), Bencze, Bowen, Alsop (2006), Riegler-Crumb et al. (2015), Wang et al. (2015) zahrnují jako další faktory, kromě žáků a učitelů, i vedení školy nebo rodiče. Dále pak učitelův kladný postoj k přírodním vědám, důvěru v badatelský přístup či odpovědnost za svoji práci a zda učitel cítí podporu při zavádění badatelské metody do výuky.

Efektivita BOV a tradičního přístupu

K empirickým studiím, které zkoumaly především rozdíly ve výsledcích výuky mezi tradiční a badatelskou metodou, lze uvést např. studie autorů McKinnon, Renner (1971), Schneider, Renner (1980), Costu et al. (2007), Minner, Levy, Century (2009), Wilson et al. (2010), Blanchard et al. (2010), Santau, Maerten-Rivera, Huggins (2011),

Khan, Zafar (2011), Taylor, Bilbrey (2012), Hugerat, Kortam (2014), Akcay, Yager (2016), Ryplová, Reháková (2011), Cincera (2014), Zatloukal et al. (2014) nebo Vácha, Ditrich (2016) prokazující pozitivní vliv BOV na výsledky žáků. Kanter, Konstantopoulos (2010) či Vácha, Ditrich (2016) doplňují, že na efektivnost badatelské metody má vliv i frekvence jejího využívání ve výuce, přičemž tento vztah vykazuje pozitivní korelaci. V uvedených pracích však není jasně vymezeno vnímání pojmu efektivita v kontextu dosažených výsledků žáků. Kireš et al. (2016) poznamenávají, že tradiční a badatelský přístup k vyučování se celkem nevyklučují a je potřebné je navzájem kombinovat a vhodně doplňovat.

Někteří autoři však ve svých studiích považují vliv badatelsky orientované výuky za zanedbatelný nebo dokonce i negativní, např. Lunsford, Herzog (1997), Magnussen, Ishida, Itano (2000), Kirschner, Sweller, Clark (2006), McConney et al. (2014). Jako nejčastější důvody autoři zmiňují nedostatečné zohlednění praktických poznávacích procesů a přístupů žáků k jejich chápání podstaty přírodních věd, vhodnost badatelské metody pro žáky s dostatečně vysokou úrovní vstupních poznatků či problémy s nedostatečným vedením žáků. Bruder, Prescott (2013) upozorňují na přílišná očekávání směřovaná směrem k badatelskému vzdělávání, zvláště pokud bádání patří k nejoblíbenější vyučovací metodě učitele. Jako řešení autorky navrhuje vhodnou kombinaci různých vyučovacích metod. Dostál (2015a) pak dodává, že všechny závěry o efektivitě badatelské metody nelze jednoznačně přijmout, jelikož je otázkou výběr kritéria efektivity. Pokud jím bude posun žáků ve vědomostech, lze závěry přijmout, ovšem v případě rozvoje myšlení poskytuje badatelská metoda tomuto účelu vhodnou příležitost. K problému vedení žáků autor dodává, že badatelská výuka předpokládá samostatnější aktivitu žáků, avšak nemělo by být nekontrolovatelné. Pokud žáci při vyučování dochází k mylným závěrům, lze ho označit za nekvalitní patrně z důvodu nedostatečné kompetentnosti učitele k bádání.

Kompetence učitele pro realizaci BOV

Pro kvalitní realizaci badatelské výuky představuje učitel klíčový prvek, proto se řada autorů ve svých výzkumech zaměřuje přímo na kompetence učitele. Jako klíčový moment vnímají Eick, Stewart (2010), Weld, Funk (2005) učitelovo osobní nasazení, otevřenou mysl a nadšení pro bádání. Důležité jsou též rozsáhlé učitelovi znalosti vyučovaného předmětu včetně širších mezioborových souvislostí (např. Alake-Tuenter et al., 2012; Katz, Sadler, Craig, 2005). Autoři Fazio, Melville, Bartley (2010), Melville

et al. (2008), Stroupe (2015) uvádí, že schopnost učitele vyučovat badatelsky závisí na jeho osobních zkušenostech s touto metodou a také na didaktických schopnostech přemýšlet o obsahu učiva badatelsky a jeho transferu do podoby badatelských aktivit. Výčet kompetencí, kterými by měl učitel disponovat, jestliže chce úspěšně vyučovat badatelsky, uvádí ve svých publikacích Dostál (2015a,b) či Dostál, Kožuchová (2016). S tímto poznatkem úzce souvisí i požadavek na kvalitní učitelskou přípravu, která by vybavila budoucí učitele kompetencemi potřebnými k realizaci badatelsky orientované výuky (Duncan, Pilitsis, Piegaro, 2010). Například autoři Eick, Reed (2002), Schwarz, Gwekwerere (2007), Davis, Smithy (2009), Forbes (2011), Michalsky (2012) zjišťovali, jak osobní zkušenosti učitelů ze studia a pedagogické praxe ovlivňují jejich orientaci na plánování a využívání badatelského přístupu ve výuce. Ne vždy se podařilo naplnit očekávání vzdělavatelů, neboť o tom, zda budou posluchači ve vzdělávací praxi využívat badatelskou metodu, rozhoduje celá řada faktorů. Gunckel (2013) uvádí jako možný důvod neuplatňování badatelských znalostí v praxi, nerozhodnost studentů, zda mají vyhovět požadavkům a očekávání vysokoškolských pedagogů, žáků anebo uvádějících učitelů, kteří mohou preferovat tradičnější přístupy. Gunckel, Wood (2016) doporučují učení se badatelství za účasti mentorů z praxe, kteří tento přístup k výuce efektivně používají. Feldman, Divoll, Rogan-Klyve (2013) upozorňují, že aby se naučili budoucí učitelé badatelské práci, nestačí jen jejich tradiční účast v krátkodobých výzkumných projektech, ale je třeba, aby si vyzkoušeli práci v organizovaných výzkumných týmech.

Hodnocení BOV

Výzkumy dokládají, že nejenom nedostatečné kompetence učitelů při zavádění badatelské metody do vyučování sehrávají významnou roli. Další překážkou, která vyvstala, je časová náročnost badatelských aktivit (Kleve, 2007; Petr, 2014) nebo stále častěji uváděné problémy s jejím hodnocením. Právě nejasná metodologie hodnocení je jednou z problematických oblastí použití této metody ve výuce (Chinn, Malhotra, 2002; Maaß, Euler, 2011; Hanuscin, Lee, Akerson, 2011; Merzagora, Laval, 2016). Petr (2014) spatřuje jako obtížné nejasnosti hodnocení rozvoje procesů myšlení žáka či uchopení jeho duševní činnosti. Možnostem hodnocení dovedností v badatelsky orientované výuce se věnuje Hung, Lin, Hwang (2010), tak jak je uvedeno v práci Slepákové, Kimákové (2015), které na straně 137 uvádí: „*Pokud chce učitel maximalizovat úspěch žáků, musí hodnocení vnímat jako učební pomůcku během*

vyučovacího procesu a jako nástroj na určení toho, zda žák dané problematice porozuměl.“ Obecnými odpověďmi na otázky, co je vlastně cílem hodnocení a jak pomoci žákům při učení, se zabývá Harlen (2013). Slepáková, Kimáková (2015) dále k možnostem hodnocení BOV na straně 141 uvádí: „*S implementací aktivizujících metod do vzdělávacího procesu je potřeba současně uplatňovat i formativní hodnocení a z něho vycházející sumativní hodnocení dovedností souvisejících s přírodovědnou gramotností. V opačném případě je možné, že snaha aktivizovat žáka badatelsky orientovanou metodou nepřinese požadované výsledky ve formě rozvoje dovedností spadajících do této oblasti. Učitel nebude schopný změnu ve vzdělanosti žáka zaznamenat a postupně se vzdá pokusu o výuku založené na bádání.*“ K formování všeobecnějšího postupu tvorby kritérií formativního a následně sumativního hodnocení žákovského bádání přispěly případové studie z projektu SAILS (Kireš et al., 2016; Kimáková, 2016). Prvním krokem hodnocení žáků je selekce konkrétní dovednosti, kterou chce učitel sledovat, a definování nevyhnutelného základu, který se dále rozvíjí, upevňuje a rozšiřuje. Učitel poskytuje průběžně zpětnou vazbu žákovi formou dialogu o tom, ve které fázi zvládnutí dovednosti se nachází a na čem musí v dalším kroku pracovat. Podklad pro sumativní hodnocení žáka představuje nejvyšší stupeň dané dovednosti, které žák dosáhl za hodnocené období. Při hodnocení badatelských dovedností má učitel otevřené možnosti, neboť požadavky a kritéria hodnocení nejsou zatím ani zdaleka nadefinované (Slepáková, Kimáková, 2015). Kireš et al. (2016) uvádí další možné příklady hodnocení, na které se orientují badatelsky založení učitelé, a to portfolium, sebehodnotící techniky, hodnotící rubriky apod. Dále autoři doporučují, aby se zejména středoškolští učitelé při realizaci badatelských aktivit nedali odradit nedostatkem času ve výuce, ale soustředili se na výběr podstatných pojmů a témat a využívali čas efektivním způsobem.

2.3 Závěrečné shrnutí

Celkově lze shrnout, že badatelsky orientovaná výuka je v zahraničí i přes svá nejruznější úskalí mnohem častěji začleňována do běžné školní výuky, zatímco v domácích podmínkách představuje relativně mladý metodický přístup k výuce přírodovědných předmětů s poměrně málo zkušenostmi s její implementací a efektivností. V zahraničí je tento výukový přístup přijímán nejednoznačně, od velmi pozitivního přijetí, přes nejruznější námitky až skepsi. Některé výzkumné studie dokládají efektivnost badatelské metody na široké spektrum cílů, jiné naopak jeho

účinnost vyvrací. Na efektivitu badatelsky orientované výuky má patrně vliv celá řada kontextuálních faktorů výuky, dále pak míra jejího přijetí učitelem a ochota změnit repertoár svých dosud využívaných výukových strategií, dále se může lišit na míře a kvalitě vstupních vědomostí a schopností žáků, kompetencí učitele k bádání, klimatu školy či pojetím badatelského přístupu v oficiálních kurikulárních dokumentech. Naděje vkládané do badatelsky orientované výuky v souvislosti se zvýšením trvalého zájmu žáků o přírodovědné předměty, přírodní vědy a profese z nich vycházející, se jeví jako nereálné. Zájem žáka je vždy podmíněn více faktory, z nichž často badatelský přístup ve výuce má na jeho rozvoj spíše nepatrný vliv. Badatelská metoda není vnímána jako nosná při rozvoji žakových vědomostí (nelze ovšem vyloučit možný projev působení v této oblasti), ale především jako stěžejní v rozvoji dovedností, myšlení, kreativity a schopnosti řešení problémů (viz např. Hugerat, Kortam, 2014; Kireš et al., 2016; Čížková, Čtrnáctová, 2016; Papáček 2010a; Dostál, 2015a,b; Cincera, 2014).

3. Výzkumná část

3.1 Cíl výzkumné části disertační práce, stanovení hypotéz

Hlavním cílem práce bylo porovnat efektivitu badatelsky vedené a klasicky vedené výuky na příkladu tematického celku vylučování člověka u žáků vyššího gymnázia.

V souladu s výše vymezeným cílem práce bylo základní výzkumnou otázkou: Je badatelsky orientovaná výuka efektivnější pro trvalejší osvojení učiva žáky než klasicky vedená výuka?

Pro zodpovězení položené výzkumné otázky byla experimentálně ověřována platnost těchto hypotéz:

1. Žáci experimentální i kontrolní skupiny dosahují v pretestu stejných výsledků.
2. Žáci experimentální skupiny vykazují v posttestu 1 lepších výsledků než žáci kontrolní skupiny v témže posttestu.
3. Žáci experimentální skupiny vykazují v posttestu 2 lepších výsledků než žáci kontrolní skupiny v témže posttestu.
4. Žáci experimentální i kontrolní skupiny vykazují lepších výsledků v posttestu 1 než v posttestu 2.
5. Žáci experimentální i kontrolní skupiny vykazují lepších výsledků v posttestu 1 než v pretestu.

Dílčí výzkumnou otázkou interpretující výsledky žáků v testech bylo: Které faktory ovlivňují efektivitu zvolených výukových metod?

Pro zodpovězení položené výzkumné otázky byla experimentálně ověřována platnost těchto hypotéz:

6. Výkon žáků obou skupin v pretestu výrazně nekoreluje s jejich známkou na vysvědčení z biologie.
7. Výkon žáků obou skupin v posttestu 1 výrazně koreluje s jejich známkou na vysvědčení z biologie.
8. Výkon žáků obou skupin v posttestu 2 výrazně nekoreluje s jejich známkou na vysvědčení z biologie.
9. Chlapci dosahují lepších výsledků v pretestu než děvčata v témže pretestu.

10. Děvčata dosahují lepších výsledků v posttestu 1 než chlapci v témže posttestu.
11. Chlapci dosahují lepších výsledků v posttestu 2 než děvčata v témže posttestu.
12. Chlapci a děvčata vykazují různé zlepšení mezi pretestem a posttestem 1.
13. Chlapci a děvčata vykazují různé zhoršení mezi posttestem 1 a posttestem 2.
14. Žáci se subjektivním zájmem o biologii dosahují ve všech testech lepších výsledků než žáci, které biologie nezajímá.
15. Žáci, kteří budou maturovat z biologie, dosahují lepších výsledků v posttestu 2 než žáci nematurující z biologie.
16. Žáci, kteří hodlají dále pokračovat ve studiu biologie na vysoké škole, dosahují lepších výsledků v posttestu 2 než žáci, kteří se nebudou dále biologií zabývat.

3.2 Metodika práce

3.2.1 Obsahová analýza kurikulárních dokumentů

Prvním krokem ke splnění požadovaného cíle práce bylo provedení obsahové analýzy tématu v současně platných českých kurikulárních dokumentech – Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia a v dostupných učebnicích pro střední školy (gymnázia). Kritériem pro zařazení učebnic do analýzy byla přítomnost textu, otázek a úloh týkající se tématu vylučování člověka. Jednalo se o tyto učebnice: Jelínek, Zicháček (2011): Biologie pro gymnázia; Kočárek (2010): Biologie člověka 1, 2; Novotný, Hruška (2007): Biologie člověka pro gymnázia. Orientačně byla provedena i obsahová analýza Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání a dostupných českých učebnic pro základní školy.

Cílem provedené analýzy vybraných učebnic bylo kvalitativní vyhodnocení úloh a úkolů učebnic z hlediska toho, jak jsou žáci při řešení dané úlohy samostatní a zda mohou šetření organizovat sami bez návodu učitele nebo dané učebnice. Dále bylo analyzováno zpracování tematického celku z pohledu uplatňování principu multidisciplinarity a interdisciplinarity. V rámcovém vzdělávacím programu nás zajímalo vymezení očekávaných výstupů vzhledem ke způsobilosti žáků využívat osvojené učivo v praktických situacích a v běžném životě. Podle Dvořákové (2010) se jednalo o tzv. relační obsahovou analýzu, neboť nedocházelo k pouhému popisu výskytu určitého znaku, ale k hledání vztahů mezi nimi.

Při provádění obsahové analýzy byl použit postup podle Gavory (2010).

V první fázi obsahové analýzy kurikulárních dokumentů byly jako základní soubor textů zvoleny české kurikulární dokumenty pro předmět biologie. Jelikož je tento soubor obsáhlý a obtížně postihnutelný, došlo k jeho následnému zúžení na výběrový soubor, do něhož byly zařazeny současně platné české kurikulární dokumenty pro předmět biologie na gymnáziích.

Ve druhé fázi byla vymezena významová jednotka této analýzy. Jelikož je práce tematicky zaměřena na vylučování člověka, analýza kurikulárních dokumentů byla směřována především na kapitoly týkající se vylučovací soustavy člověka.

Ve třetí fázi obsahové analýzy byly zvoleny analytické kategorie, jejichž ukazatele jsou popsány v závorce:

- uplatňování multidisciplinárního přístupu (ano/ne),
- uplatňování interdisciplinárního přístupu (ano/ne),
- samostatnost žáků při řešení úloh a úkolů (ano/ne),
- specifikace očekávaných výstupů z hlediska činnostního přístupu k výuce (požadavků badatelsky orientované výuky) (ano/ne).

V poslední fázi obsahové analýzy byla provedena kvantifikace analytických kategorií, kdy výsledky jsou zaznamenány do tabulky a slovně interpretovány. Pro hlubší pochopení studovaných kurikulárních dokumentů je nezbytná podrobnější orientace v provázanosti jednotlivých stupňů vzdělávání.

3.2.2 Příprava výuky

Pro realizaci didaktického experimentu byly vytvořeny přípravy pro dvě odlišné varianty výuky, klasicky vedené a badatelsky orientované výuky, využívající různou měrou aktivizující prvky činnosti žáků.

Vyučovaná látka byla zaměřena na vylučování člověka. V rámci ní byly vymezeny následující oblasti: význam vylučování, voda v těle člověka, osmoregulace, stavba vylučovací soustavy a vznik moči. Podmínkou experimentu bylo, aby žáci vyučování jak klasicky vedenou, tak badatelsky orientovanou výukou obsáhli tu samou látku zprostředkovanou pomocí odlišné vyučovací metody.

Klasická výuka

Vyučovaná látka pro klasicky vedenou výuku byla rozvržena do čtyř vyučovacích hodin. Za organizační formu vyučování bylo zvoleno frontální vyučování. Učivo bylo žákům předkládáno především výkladem a zjišťovacím dialogem.

Za účelem lepšího osvojení si učiva žáky byl vytvořen výukový program v PowerPointu. Ten je koncipován tak, aby jej bylo možno využít promítáním přes datový projektor. Program výuku aktualizuje, obohacuje a zpestřuje. Prezentace jsou opatřeny řadou zajímavých informací, obrázků, fotografií, grafů i schémat napomáhajících zapamatování učiva a umožňujících větší zapojení žáků do učebního procesu. Každé okno je doplněno poznámkami. Výukový program lze využít i v badatelsky orientované výuce, např. pro utřídění, doplnění či shrnutí získaných poznatků žáky. Prezentační výukový program viz Příl. 7.

Metodický návod pro realizaci klasicky vedené výuky je popsán v jednotlivých přípravách na vyučovací hodiny, které jsou součástí Příl. 8. Očekávané výstupy, prezentované kognitivní doménou vzdělávacích cílů (podle Kalhouse, Obsta, 2002), jsou uvedeny pro každou vyučovací jednotku tamtéž. Průběh realizace didaktického experimentu pro klasicky vedenou výuku je popsán v Příl. 9.

Experimentální výuka

Vyučovaná látka pro badatelsky vedenou výuku byla rozvržena do šesti vyučovacích hodin. Za organizační formu vyučování bylo zvoleno vyučování skupinové. Učivo bylo žákům předkládáno prostřednictvím výzkumné metody.

Metodický návod pro realizaci badatelsky vedené výuky včetně definovaných očekávaných výstupů v podobě kognitivní, afektivní a psychomotorické domény vzdělávacích cílů (podle Kalhouse, Obsta, 2002) je uveden v metodické příručce pro učitele, která je součástí Příl. 10. Průběh realizace didaktického experimentu pro badatelsky vedenou výuku je popsán v Příl. 12.

3.2.3 Tvorba badatelských aktivit pro experimentální výuku

Tematická jednotka obsahuje návrhy konkrétních aktivit do vyučovacích hodin a podklady pro realizaci těchto aktivit – pracovní materiály pro žáky a metodické materiály pro učitele. Téma bylo zpracováno na základě požadavků badatelsky orientované výuky. Při tvorbě aktivit bylo využíváno vlastních nápadů, zřetel byl brán i

na finanční dostupnost potřebných materiálů a pomůcek. Motivační texty a některé obrázky byly čerpány z knižních či internetových zdrojů, které jsou uvedeny v literatuře, nebo jsou vlastní tvorby. Cílovou skupinou jsou žáci vyššího gymnázia.

Vytvořené pracovní materiály pro jednotlivé aktivity mají podobnou strukturu a jsou rozděleny do čtyř částí. První z nich je hypotéza, které může předcházet motivace. Následuje šetření, díky němuž žáci získají výsledky. Ty uvádějí v další části pracovního materiálu, za kterou následuje závěr šetření. Některé části pracovních materiálů žáci vypracovávají v rámci hodin, na jiných mohou pracovat doma v rámci domácí přípravy. Jednotlivé aktivity jsou samonosné, lze je tedy případně použít i samostatně. Aktivity obsahují různý počet dílčích úloh.

Součástí vytvořených pracovních materiálů pro žáky je i metodická příručka pro učitele. Ta obsahuje úvodní část s popisem celé jednotky, rozebrané znaky badatelsky orientované výuky, didaktický rozbor obsahu a dále obecný metodický postup pro všechny aktivity. Je zde uveden seznam všech aktivit a návrh na hodnocení. Hlavní částí příručky pro učitele jsou metodické návody rozpracované pro každou aktivitu zvlášť. U jednotlivých aktivit lze najít návrh postupu, časovou dotaci, seznam potřebných a finančně nenáročných pomůcek.

Jednotlivé pracovní materiály pro žáky viz Příl. 11 a metodická příručka pro učitele viz Příl. 10.

3.2.4 Tvorba výzkumného nástroje

Za účelem měření vstupní a výstupní úrovně osvojení vybraných biologických vědomostí a dovedností žáků 3. ročníků gymnázií a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií byla vytvořena sada didaktických testů (pretest, posttest 1, posttest 2). Pretest obsahoval navíc i krátký osobnostní dotazník. Dále byly vytvořeny dotazníky pro žáky a jejich učitele, ve kterých měli dotazovaní možnost se vyjádřit k vytvořeným testovým úlohám i k míře využívání badatelského přístupu ve výuce. Pro žáky a učitele experimentálních skupin, kteří prošli badatelskými lekcemi, byly navíc vyhotoveny dotazníky pro zhodnocení navržených badatelských aktivit. Sada dotazníků byla vytvořena po vzoru dotazníků výzkumu OECD/PISA.

Vytvořené výukové materiály a výzkumné nástroje, tzn. didaktické testy a dotazníky, byly nejprve pilotovány na vybraném vzorku žáků 2 pražských gymnázií a to ve 2 třídách experimentálních a ve 2 třídách kontrolních. Po pilotáži došlo k jejich

následné úpravě a zpřesnění některých formulací. Jelikož nebylo možné být fyzicky přítomno na všech vyučovacích hodinách věnovaných výzkumnému šetření, vyučující proto obdrželi přesné instrukce k realizaci celého didaktického experimentu. Tím mělo být docíleno toho, že všichni žáci mají zajištěné stejné podmínky. Ověřované pracovní listy, testy a dotazníky nebyly anonymní z důvodu vedení přesné administrace při zpracovávání odpovědí žáků. Jejich hodnocení prováděla vždy jedna osoba.

3.2.4.1 Didaktické testy

Tvorba didaktických testů sledovala tři základní kroky: 1. plánování – účel didaktických testů, 2. konstrukce testů – volba typů úloh, 3. ověřování vlastností testů a jejich úloh (Chráška, 1999).

Charakteristiky didaktických testů

Vytvořený výzkumný nástroj pro hodnocení efektivity obou variant výuky byl identický pro žáky experimentálních i kontrolních skupin.

Obsahem testování bylo jednak osvojené učivo daného tematického celku, ale též kognitivní a psychomotorické činnosti žáků se zaměřením na následující kategorie biologických dovedností: 1. Identifikace biologických problémů a kladení otázek, 2. Získávání informací a jejich zaznamenávání, 3. Třídění informací a jejich zpracování, 4. Vyhodnocení výsledků, vytváření závěrů a jejich prezentace (Řezníčková et al., 2013). V rámci jednotlivých kategorií byl zjišťován stupeň osvojení konkrétních badatelských dovedností, které odpovídají badatelskému přístupu (cyklu). Zaměření testů bylo monotematické na vylučování člověka. Ke správnému vyřešení znalostních úloh bylo zapotřebí, aby žáci disponovali určitými vědomostmi k dané problematice. Jinak tomu bylo u úloh dovednostních, k jejichž správnému vyřešení nepotřebovali žáci žádné konkrétní pamětní znalosti. Veškeré potřebné informace totiž našli v zadání úloh.

Časová náročnost testů byla ověřena během pilotáže v roce 2012. Testy byly zadávány v papírové formě, kdy k jednotlivým testům byly připojeny i dotazníky pro hodnocení testovaných úloh.

Plošné testování probíhalo od roku 2013 do roku 2014.

Úlohy didaktických testů

Pretest

Pomocí pretestu byla zjištěna vstupní úroveň znalostí a dovedností všech žáků.

Test obsahoval celkem 11 úloh. Z obsahového hlediska bylo v testu zastoupeno 7 úloh znalostních a 4 úlohy dovednostního charakteru. Reflektoval tedy požadavek na vzrůstající komplexnost kognitivních procesů dle revidované Bloomovy taxonomie kognitivních cílů (Byčkovský, Kotásek, 2004; Zheng et al., 2008). Tab. 2 uvádí dimenzi kognitivních procesů u jednotlivých úloh a jejich vyjádření prostřednictvím propojení činnostních sloves a podstatných jmen. V Tab. 3 jsou uvedeny konkrétní badatelské dovednosti sledované u činnostních úloh a jejich zastoupení ve čtyřech základních kategoriích biologických dovedností. Vytvořené úlohy pokrývaly výukové oblasti tematického celku vylučování člověka. Jednotlivé typy testových úloh znázorňuje Tab. 1. Odpovědi byly hodnoceny pomocí bodů, kdy za každou správnou odpověď obdržel žák 1 bod. Bodové ohodnocení jednotlivých úloh viz Tab. 4.

Součástí pretestu byl i krátký osobnostní dotazník, ve kterém žáci u jednotlivých položek uváděli především známku z biologie na vysvědčení, počet hodin biologie týdně, předpokládaný směr dalšího studia a zájem o biologii. Jednalo se o otázky typu uzavřená s výběrem odpovědí, polouzavřená a otevřená se stručnou odpovědí.

Čas potřebný na vyřešení testu včetně dotazníku byl 25 minut.

Zadání pretestu včetně osobnostního dotazníku a autorského řešení testu viz Příl. 1.

Tab. 1 Typy testových úloh v pretestu

Úloha	Typy testových úloh
4	Uzavřená úloha s jednou správnou odpovědí
5, 10	Uzavřená dichotomická úloha
8	Polouzavřená úloha
1, 2, 3, 6, 7, 9, 11	Otevřená úloha se stručnou odpovědí

Tab. 2 Dimenze kognitivních procesů v pretestu, upraveno podle Byčkovského, Kotáska (2004)

Úloha	Kategorie a kognitivní procesy	Definice
2, 3, 6, 7	1 Zapamatovat si	
	1.1 Znovupoznávání	Lokalizovat znalosti z dlouhodobé paměti, které jsou konzistentní s předloženými údaji
1	1.2 Vybavování	Vyvolat znalosti z dlouhodobé paměti
4, 5	2 Porozumět	
	2.5 Usuzování	Odvozovat logické závěry z předložených informací

	3 Aplikovat	
9	3.1 Aplikování	Aplikovat známé postupy při řešení běžných úloh
8, 9	3.2 Implementování	Aplikovat známé postupy v nových situacích
	5 Hodnotit	
8, 10	5.2 Posuzování	Posuzovat, zda je postup při řešení daného problému vhodný
	6 Tvořit	
11	6.1 Generování	Formulovat alternativní hypotézy založené na vymezených kritériích

Tab. 3 Specifikační tabulka dovednostních úloh v pretestu, upraveno podle Řezníčkové et al. (2013)

Úloha	Kategorie dovedností	Dovednost
11	Identifikace biologických problémů a kladení otázek	umět formulovat a klást otázky
9	Získávání informací a jejich zaznamenávání	shromažďovat informace z textových a grafických materiálů
10	Třídění informací a jejich zpracování	zpracovat informace podle stanoveného kritéria (písemně a graficky); převést informace z tabulek a grafů do textové podoby a opačně
8	Vyhodnocení výsledků, vytváření závěrů a jejich prezentace	formulovat odpovědi a závěry; formulovat a sepsat závěr (z informací z různých literárních zdrojů i experimentů)

Tab. 4 Počty otázek v jednotlivých úlohách pretestu a jejich bodové hodnocení

Číslo úlohy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Celkem
Počet otázek	1	1	1	1	4	1	1	2	10	3	2	27
Počet bodů	4	4	1	1	4	1	2	2	5	3	2	29

Posttest 1

Posttest 1, který byl zadán 1–2 týdny po výuce, poskytl srovnání krátkodobého osvojení učiva žáky v závislosti na tom, zda byli vyučováni klasicky vedenou či badatelsky vedenou výukou.

Vymezení testu po formální a obsahové stránce včetně bodového hodnocení jednotlivých testových položek bylo provedeno ve shodě s pretestem. Jednotlivé typy testových úloh obsahuje Tab. 5. Bodové ohodnocení jednotlivých úloh viz Tab. 8.

Test obsahoval celkem 15 úloh, z toho 7 úloh bylo převzato z pretestu (úlohy 1-7). Z obsahového hlediska bylo v testu zastoupeno 7 úloh znalostních úloh a 8 úloh dovednostního charakteru. Tab. 6 uvádí dimenzi kognitivních procesů u jednotlivých úloh a jejich vyjádření prostřednictvím propojení činnostních sloves a podstatných jmen. V Tab. 7 jsou uvedeny konkrétní badatelské dovednosti sledované u činnostních úloh a jejich zastoupení ve čtyřech základních kategoriích biologických dovedností. Čas potřebný na vyřešení testu byl 30 minut.

Zadání posttestu 1, 2 včetně jeho autorského řešení viz Příl. 2.

Tab. 5 Typy testových úloh v posttestu 1, 2

Úloha	Typy testových úloh
4, 11	Uzavřená úloha s jednou správnou odpovědí
5, 14, 15	Uzavřená dichotomická úloha
8, 9	Polouzavřená úloha
1, 2, 3, 6, 7, 10, 12, 13	Otevřená úloha se stručnou odpovědí

Tab. 6 Dimenze kognitivních procesů v posttestu 1 a 2, upraveno podle Byčkovského, Kotáska (2004)

Úloha	Kategorie a kognitivní procesy	Definice
2, 3, 6, 7	1 Zapamatovat si	
	1.1 Znovupoznávání	Lokalizovat znalosti z dlouhodobé paměti, které jsou konzistentní s předloženými údaji
1	1.2 Vybavování	Vyvolat znalosti z dlouhodobé paměti
4, 5	2 Porozumět	
	2.5 Usuzování	Odvozovat logické závěry z předložených informací
12	3 Aplikovat	
	3.1 Aplikování	Aplikovat známé postupy při řešení běžných úloh
8, 9	3.2 Implementování	Aplikovat známé postupy v nových situacích
10, 11	4 Analyzovat	
	4.2 Strukturování	Určovat místa nebo funkce prvků uvnitř struktury
8, 9, 14, 15	5 Hodnotit	
	5.2 Posuzování	Posuzovat, zda je postup při řešení daného problému vhodný
13	6 Tvořit	
	6.1 Generování	Formulovat alternativní hypotézy založené na vymezených kritériích

Tab. 7 Specifikační tabulka dovednostních úloh v posttestu 1 a 2, upraveno podle Řezníčkové et al. (2013)

Úloha	Kategorie dovedností	Dovednost
13, 15	Identifikace biologických problémů a kladení otázek	umět formulovat a klást otázky
10, 12	Získávání informací a jejich zaznamenávání	shromažďovat informace z textových a grafických materiálů
11, 14	Třídění informací a jejich zpracování	zpracovat informace podle stanoveného kritéria (písemně a graficky); převést informace z tabulek a grafů do textové podoby a opačně
8, 9	Vyhodnocení výsledků, vytváření závěrů a jejich prezentace	formulovat odpovědi a závěry; formulovat a sepsat závěr (z informací z různých literárních zdrojů i experimentů)

Tab. 8 Počty otázek v jednotlivých úlohách posttestu 1, 2 a jejich bodové hodnocení

Číslo úlohy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Celkem
Počet otázek	1	1	1	1	4	1	1	2	2	1	1	2	3	4	4	29
Počet bodů	4	4	1	1	4	1	2	2	2	1	1	2	3	4	4	36

Posttest 2

Posttest 2, který byl totožný s posttestem 1, ukázal vliv badatelsky vedené výuky na trvalost osvojení učiva žáky. Test byl zadán s časovým odstupem 6 měsíců (podobně dle práce Bognera, 1998).

Čas potřebný na vyřešení testu byl 30 minut.

Vlastnosti didaktických testů

Při ověřování didaktických testů byla věnována také pozornost vlastnostem testů jako celku. Základními sledovanými vlastnostmi byla validita, reliabilita, citlivost a obtížnost testových úloh, které popisuje Urbánek, Denglerová, Širůček (2011).

Obsahová validita testů byla ověřována během konzultací testů se čtyřmi odborníky na didaktiku biologie, biologické testování a biologii člověka, tak jak doporučuje Reeves, Marbach-Ad (2016). Na základě provedeného expertního posudku, zhodnocené obtížnosti, srozumitelnosti, formulační a odborné správnosti byly testy upraveny.

Reliabilita (v tomto případě vnitřní konzistence) testů byla vyhodnocena pomocí Cronbachova alfa. Didaktické testy o více než 10 úlohách s hodnotou Cronbachova alfa okolo 0,8 jsou považovány za reliabilní (viz Chráska, 1999, 2007; Urbánek, Denglerová, Širůček, 2011), což všechny testy splňovaly (viz Tab. 9). Následně byla porovnána hodnota Cronbachova alfa pro celý test s hodnotou Cronbachova alfa pro test, ze kterého je jedna úloha vypuštěna. V případě, že se hodnota Cronbachova alfa po vypuštění některé z úloh extrémně liší od Cronbachova alfa celého testu, je považována za úlohu ovlivňující spolehlivost celého testu. V tomto případě je vidět, že po vypuštění žádná z úloh jednotlivých testů alfa zásadně neovlivnila (viz Tab. 10).

Tab. 9 Hodnocení reliability testů pomocí Cronbachova alfa

Typ testu	Hodnota Cronbachova alfa
Pretest	0,87
Posttest 1	0,91
Posttest 2	0,90

Tab. 10 Hodnocení reliability testů pomocí Cronbachova alfa bez položky

Typ testu	Číslo vypuštěné položky														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pretest	0,85	0,85	0,86	0,86	0,84	0,86	0,86	0,85	0,86	0,84	0,86	-	-	-	-
Posttest 1	0,89	0,89	0,90	0,89	0,90	0,89	0,88	0,89	0,88	0,89	0,89	0,90	0,90	0,90	0,90
Posttest 2	0,85	0,85	0,87	0,86	0,87	0,86	0,86	0,86	0,85	0,89	0,86	0,87	0,87	0,87	0,87

Poznámka: - absence dat

Obtížnost testových úloh byla ověřena pomocí indexu obtížnosti P, který počítá průměrnou procentuální úspěšnost žáků v jednotlivých položkách. Z Tab. 11 je vidět, že testové úlohy v jednotlivých testech dosahovaly odpovídající úspěšnosti podle hodnot indexu obtížnosti P. Reflektují tak požadavek vzrůstající kognitivní náročnosti (viz Byčkovský, Kotásek, 2004; Zheng et al., 2008; Krykorková, 2004, 2008).

Tab. 11 Hodnocení obtížnosti testových úloh pomocí indexu obtížnosti P

Typ testu	Číslo položky														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pretest	0,53	0,73	0,81	0,48	0,65	0,62	0,32	0,38	0,72	0,50	0,42	-	-	-	-
Posttest 1	0,78	0,94	0,92	0,63	0,89	0,91	0,70	0,56	0,73	0,86	0,81	0,79	0,58	0,55	0,45
Posttest 2	0,68	0,89	0,88	0,60	0,82	0,88	0,50	0,44	0,68	0,85	0,80	0,78	0,55	0,53	0,47

Poznámka: - absence dat

Citlivost testů byla vypočítána pomocí indexu citlivosti RIT, který se počítá jako Pearsonův korelační koeficient mezi položkou a celkovým skóre. Hodnoty indexu se pohybují od středních hodnot až po hodnoty vysoké, a to více ve prospěch položek dovednostních (viz Tab. 12).

Tab. 12 Hodnocení citlivosti testových úloh pomocí indexu citlivosti RIT

Typ testu	Číslo položky														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pretest	0,70	0,69	0,50	0,68	0,78	0,68	0,62	0,70	0,79	0,79	0,52	-	-	-	-
Posttest 1	0,75	0,71	0,57	0,61	0,62	0,70	0,68	0,77	0,80	0,73	0,79	0,82	0,76	0,72	0,70
Posttest 2	0,75	0,72	0,42	0,60	0,65	0,58	0,59	0,66	0,78	0,69	0,78	0,79	0,70	0,77	0,75

Poznámka: - absence dat

Položková analýza pretestu, posttestu 1, 2 viz Příl. 3.

3.2.4.2 Dotazníky

Nejdůležitější požadavky na jednotlivé položky dotazníku uvádí Chráska (2007) či Gavora (2010). Z uvedených hledisek vytvořený dotazník obsahoval kontaktní položky, otevřené i uzavřené s nabídkou odpovědi – škálové Likertova typu a s jednou či více správnými odpověďmi. Položky zjišťovaly fakta a dovednosti.

Charakteristiky dotazníků k didaktickému experimentu

Pro zjištění zpětné vazby od žáků a učitelů zapojených do didaktického experimentu byla navržena sada dotazníků. Každý dotazník byl rozdělen na dvě části. První část zjišťovala demografické údaje, druhá reflektovala navržené badatelské aktivity a výzkumné nástroje (pretest, posttest 1, 2) a dále míru využívání badatelsky orientované výuky v biologii.

Navržené dotazníky pro obě skupiny respondentů se lišily pouze v první části, a to v počtu demografických položek. Žáci v nich uváděli své jméno, třídu, datum a školu z důvodu párování s vyplněnými pracovními listy a didaktickými testy. Učitelská verze dotazníku obsahovala položky třída, škola, pohlaví, věk, délka pedagogické praxe, aprobace, typ absolvované vysoké školy, počet hodin biologie týdně v dané třídě. Ve druhé části dotazníků respondenti vyjadřovali míru svého souhlasu (zcela souhlasím, spíše souhlasím, spíše nesouhlasím, zcela nesouhlasím, popř. nemohu posoudit) s jednotlivými tvrzeními. Pokud chtěli ještě něco dodat k volbě své odpovědi, měli

možnost se vyjádřit v poznámkách u každého tvrzení. Tato část dotazníku byla shodná pro žáky i učitele z důvodu srovnání jejich odpovědí na stejné otázky.

Konstruktová validita dotazníků byla konzultována se čtyřmi odborníky na přírodovědné vzdělávání. Na základě jejich připomínek byly položky upraveny do finální podoby.

Reliabilita dotazníků byla ověřena korelací průměrných odpovědí mezi žáky a odpovědi učitelů. Z Tab. 13 je patrná existence shody v odhadech názorů obou skupin respondentů na jednotlivé položky dotazníků.

Tab. 13 Srovnání učitelova odhadu a průměrných odpovědí žáků z jednotlivých dotazníků pomocí korelačního koeficientu

Dotazníky	Korelační koeficient
Hodnocení badatelských aktivit	0,69
Hodnocení míry využívání BOV v biologii	0,85
Hodnocení pretestu	0,91
Hodnocení posttestu 1	0,88
Hodnocení posttestu 2	0,89

Kompletní dotazníky viz Příl. 4, 5.

Dotazníky pro hodnocení badatelských aktivit

Na konci ověřování navržených badatelských aktivit byly žákům experimentálních skupin a jejich učitelům rozdány dotazníky, v nichž měli tyto aktivity ohodnotit.

Po vyplnění demografických položek se dotazovaní vyjadřovali k sedmi otázkám, které zjišťovali zajímavost, náročnost, srozumitelnost a přínosnost jednotlivých badatelských aktivit, dále pak organizační záležitosti (časový rámec, dostatek informací, materiálů a pomůcek).

Dotazníky pro hodnocení míry využívání badatelsky orientované výuky v biologii

Po skončení didaktického experimentu vyplnili žáci a učitelé experimentálních i kontrolních skupin dotazníky posuzující míru využívání badatelského přístupu ve výuce.

Po zodpovězení demografických otázek následovalo 12 položek, které zjišťovaly četnost využívání badatelsky orientované výuky v biologii a konkrétních badatelských

dovedností, které odpovídají jednotlivým krokům badatelského přístupu (cyklu). Dále byly zkoumány osobní preference žáků pro způsob získávání informací ve výuce.

Dotazníky pro hodnocení didaktických testů

K jednotlivým didaktickým testům byly připojeny identické dotazníky hodnotící navržené testové úlohy. Dotazníky byly určeny pro žáky experimentálních i kontrolních skupin a jejich učitele.

Kromě demografických údajů obsahoval dotazník 4 otázky, ve kterých dotazovaní vyjádřili svůj názor na zaměření testových úloh (znalosti, dovednosti), jejich srozumitelnost, zajímavost a obtížnost, dále pak na organizační záležitosti (časový rámec, dostupnost informací) a míru využívání obdobných úloh v jednotlivých vyučovacích jednotkách.

3.2.5 Realizace didaktického experimentu

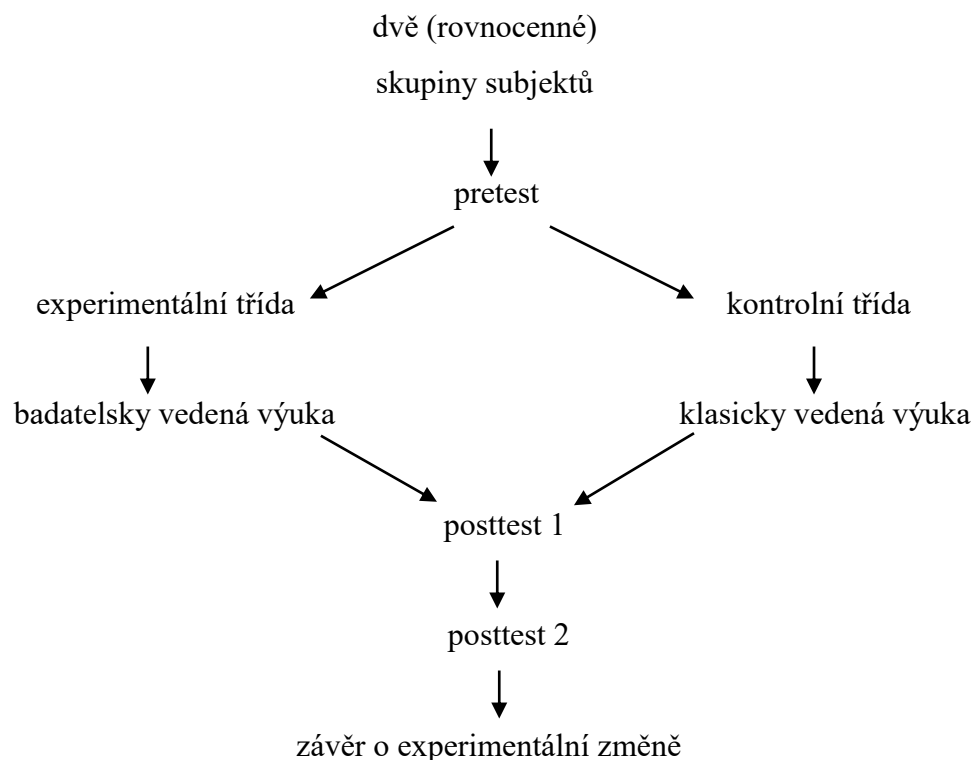
Vzorek gymnázií byl získán skupinovým výběrem (Chráska, 2007). Za základní soubor byla považována všechna státní pražská gymnázia, ze kterých poté bylo vybráno metodou záměrného výběru 7 gymnázií. Z technického hlediska se tedy nejednalo o pravý experiment, ale o kvaziexperiment (Gavora, 2010; Ferjenčík, 2000). Na každém gymnáziu byli žáci účastníci se experimentu rozděleni do dvou skupin, a to skupiny kontrolní a skupiny experimentální. Toto rozdělení žáků do skupin bylo založeno na používání odlišných metod výuky, které různou měrou využívaly aktivizující prvky činnosti žáka. Na dvou školách bylo přidělení typu výuky třídám provedeno skutečně náhodně. S tímto faktem souvisí i skutečnost, že nebylo pokaždé možné dodržet všechny relevantní znaky určující záměrný výběr, proto byl za hlavní znak pro výběr tříd do experimentu považován věk žáků (17–18 let), stejný ročník (3. ročník gymnázia a odpovídající ročníky víceletých gymnázií) a stejné podmínky pro výuku. Ostatní sledované znaky, tzn. stejný vyučující a stejný vzdělávací obor, nebyly vždy dodrženy. Tato skutečnost byla dána do jisté míry ochotou a schopností daného vyučujícího učít tematický celek badatelským přístupem, popř. jeho úvazkem či zaměřením a typem školy (jednalo se o 4-letá i víceletá gymnázia všeobecná, humanitní i jazykové). Všichni učitelé zapojení do výzkumu obdrželi přesné instrukce k průběhu celého didaktického experimentu. Tím mělo být docíleno toho, že všichni žáci mají zajištěné stejné podmínky. Vyučujícím byly také dány k dispozici vytvořené výukové materiály včetně výzkumných nástrojů, popř. potřebné pomůcky a vybavení. Pokud nebyli žáci účastníci

se experimentu plnoletí, bylo nutné zajistit souhlas zákonných zástupců s účastí ve výzkumu.

Experiment probíhal podle experimentálního plánu, který znázorňuje Obr. 2.

Fotografie z realizace didaktického experimentu viz Příl. 6.

Obr. 2 Schéma experimentálního plánu, upraveno podle Gavory (1996)



Pilotní ověření proběhlo v roce 2012 na 2 gymnáziích. Na prvním gymnáziu se jej účastnili žáci paralelních tříd (septim) 8-letého studia. Experiment probíhal v rámci vyučovacích hodin a vedli ho 2 učitelé. Na druhém gymnáziu byli výzkumným vzorkem žáci 3. ročníků 4-letého studia. Experiment probíhal taktéž v rámci vyučovacích hodin a vedl ho 1 vyučující. Všechny vytvořené materiály určené pro ověřování byly vyzkoušeny v plném rozsahu.

Finální ověření probíhalo od roku 2013 do roku 2014. Účastnilo se ho celkem 7 gymnázií. Experiment probíhal v rámci vyučovacích hodin. Použity byly všechny vytvořené didaktické testy, dotazníky a výukový program pro klasicky vedenou výuku. Z vytvořených aktivit pro badatelskou výuku nebyla z časových důvodů do výuky zařazena pouze aktivita „Souměrně či protisměrně?“.

Žáci

Experiment probíhal na každé škole vždy ve dvou třídách – jedné experimentální a druhé kontrolní. Celkem bylo zapojeno 16 tříd – tedy 8 tříd experimentálních a 8 tříd kontrolních.

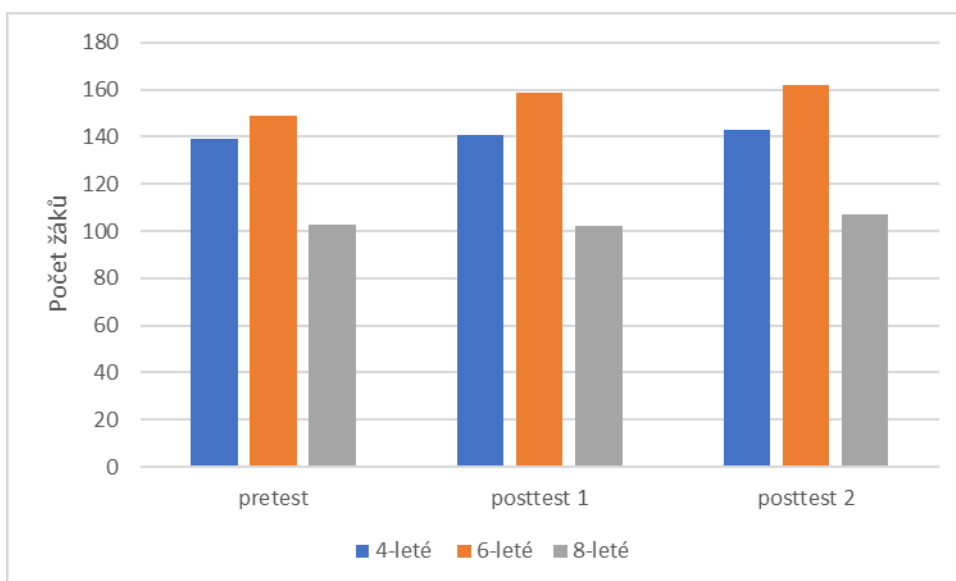
Poznámka: Na Gymnáziu 7 probíhal experiment 2 roky.

Pretest psalo celkem 391 žáků, z toho 214 žáků bylo ze třídy experimentální a 177 žáků bylo ze třídy kontrolní. Posttest 1 psalo celkem 403 žáků, z toho 210 žáků bylo ze třídy experimentální a 193 žáků bylo ze třídy kontrolní. Posttest 2 psalo celkem 412 žáků, z toho 219 žáků bylo ze třídy experimentální a 193 žáků bylo ze třídy kontrolní. Celkové počty žáků účastnících se experimentu v jednotlivých školách a třídách včetně genderového rozložení a charakteristiky škol zachycuje Tab. 14. Ve vzorku žáků převažovali žáci 6-leté větve gymnázií (viz Obr. 3), podle zaměření škol potom žáci všeobecných gymnázií (viz Obr. 4). V genderovém rozdělení žáků v jednotlivých testech mírně převažovala děvčata, což dokládá Obr. 5. Pretest psalo celkem 391 žáků, z toho bylo 52,9 % děvčat a 47,1 % chlapců. Posttest 1 psalo celkem 403 žáků, z toho bylo 54,3 % děvčat a 45,7 % chlapců. Posttest 2 psalo celkem 412 žáků, z toho bylo 53,6 % děvčat a 46,4 % chlapců.

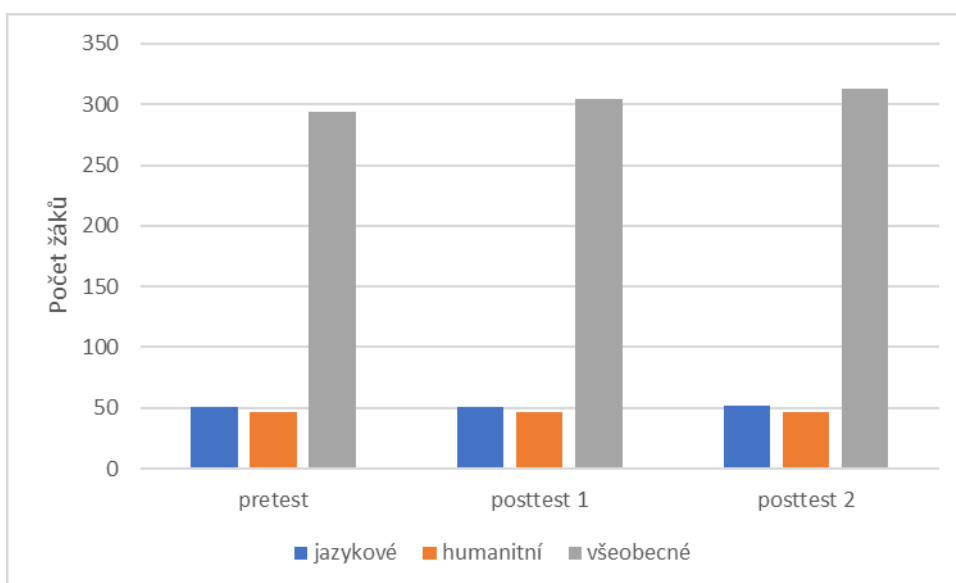
Tab. 14 Celkový počet učitelů a žáků účastnících se experimentu v jednotlivých školách a třídách

Gymnázium	Zaměření	Typ studia	Počet učitelů	Třída	Pretest			Posttest 1			Posttest 2		
					Počet žáků	Pohlaví		Počet žáků	Pohlaví		Počet žáků	Pohlaví	
						Děvčata	Chlapci		Děvčata	Chlapci		Děvčata	Chlapci
1	všeobecné	8-leté	2	experimentální	27	10	17	27	11	16	29	12	17
		4-leté		kontrolní	22	13	9	22	13	9	23	13	10
2	humanitní	4-leté	2	experimentální	25	15	10	24	15	9	24	15	9
		4-leté		kontrolní	21	14	7	23	16	7	23	16	7
3	všeobecné	6-leté	1	experimentální	27	12	15	28	12	16	29	12	17
		6-leté		kontrolní	23	14	9	23	17	6	25	17	8
4	všeobecné s rozšířenou výukou jazyků	4-leté	2	experimentální	28	13	15	28	13	15	28	13	15
		4-leté		kontrolní	23	13	10	23	14	9	24	14	10
5	všeobecné	8-leté	2	experimentální	27	18	9	26	17	9	29	19	10
		8-leté		kontrolní	23	13	10	24	15	10	24	13	11
6	všeobecné	8-leté	2	experimentální	26	11	15	25	11	14	25	11	14
		6-leté		kontrolní	20	6	14	28	12	16	27	12	15
		6-leté	1	experimentální	28	14	14	27	14	13	27	14	13
7	všeobecné	6-leté	1	kontrolní	25	15	10	28	10	12	26	15	11
		6-leté		2	experimentální	26	13	13	25	11	14	28	13
		4-leté		kontrolní	20	13	7	21	12	9	21	12	9
Celkem				experimentální	214	106	108	210	104	106	219	109	110
				kontrolní	177	101	76	193	115	78	193	112	81
				celkem žáků	391	207	184	403	219	184	412	221	191

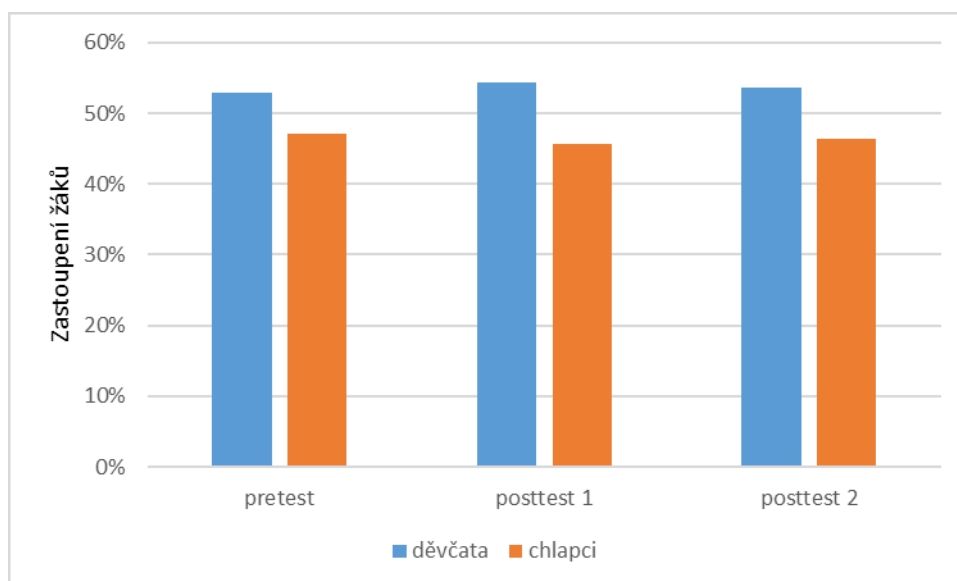
Obr. 3 Počet žáků dle větví gymnázií v jednotlivých testech



Obr. 4 Počet žáků dle zaměření gymnázií v jednotlivých testech



Obr. 5 Zastoupení žáků (%) dle pohlaví v jednotlivých testech



Výsledky pretestu a posttestu 1, 2 byly statisticky vyhodnoceny u všech žáků účastnících se experimentu. Rozdíl v úspěšnosti řešení mezi jednotlivými testy (posttest 1 – posttest 2, posttest 1 – pretest) byl statisticky zpracován pouze u těch žáků, kteří byli přítomni na zadávání obou příslušných testů. Výkon žáků v didaktických testech v závislosti na jejich známce z biologie na vysvědčení, zájmu či nezájmu o biologii, maturitě z biologie a předpokládaného směru dalšího studia byl statisticky vyhodnocen pouze u žáků, kteří psali kromě daného testu (testů) i pretest, jelikož jeho součástí byl dotazník zjišťující dané informace. Pro statistické zpracování byl zájem či nezájem žáků o biologii rozdělen do dvou kategorií – kategorie 1 v sobě zahrnovala tyto možnosti: oblíbenost předmětu biologie na škole, chování zvířete či pěstování rostliny, kategorie 2 potom účast na Biologické olympiádě či jiných soutěžích s biologickým zaměřením, účast na přednáškách, besedách či konferencích s biologickou tematikou, četba biologické literatury, návštěva biologických kroužků. Žák projevil zájem o biologii, pokud u dané kategorie kladně odpověděl alespoň na jednu z nabízených možností.

Učitelé

Do experimentu se zapojilo celkem 13 učitelů. Základní demografické údaje (věk, délka praxe, aprobace) o vzorku učitelů přináší Tab. 15, 16 a Obr. 6. Všichni vyučující byli absolventy učitelství na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy.

Tab. 15 Počet učitelů, jejich průměrný věk a délka praxe

Pohlaví	Počet učitelů	Průměrný věk	Průměrná délka praxe
Ženy	8	35,1 (SD = 7,8)	8,7 (SD = 5,6)
Muži	5	36,8 (SD = 5,5)	13 (SD = 6,2)
Celkem	13	35,9 (SD = 7,3)	10,8 (SD = 6,2)

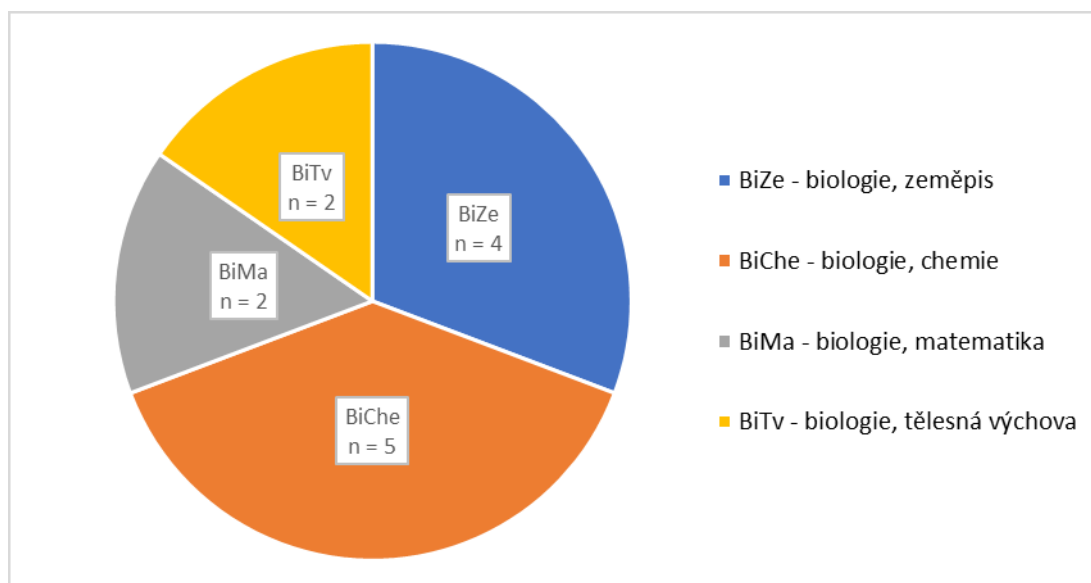
Poznámka: SD (standard deviation) směrodatná odchylka

Tab. 16 Zastoupení učitelů dle skupin, jejich průměrný věk a délka praxe

Skupina	Pohlaví	Počet učitelů	Průměrný věk	Průměrná délka praxe
Experimentální	ženy	5	29,8 (SD = 2,8)	5 (SD = 1,8)
	muži	2	36,5 (SD = 8,5)	13,5 (SD = 9,5)
Celkem		7	33,1 (SD = 5,7)	9,2 (SD = 6,2)
Kontrolní	ženy	5	38,8 (SD = 9)	11,4 (SD = 6,5)
	muži	3	37 (SD = 1,6)	12,6 (SD = 2)
Celkem		8	37,9 (SD = 7,2)	12 (SD = 5,3)

Poznámka: SD (standard deviation) směrodatná odchylka

Obr. 6 Zastoupení učitelů (%) dle aprobace



Poznámka: n počet učitelů

3.2.6 Použité statistické metody pro vyhodnocení výsledků

Pro aplikaci metod klasické analýzy předpokládáme, že data pochází z normálního rozdělení. Pro grafické posouzení normality byl použit histogram a normální diagram (tzv. QQ - plot).

K popisu dat z didaktických testů bylo použito průměrného počtu bodů z jednotlivých testů, průměrné procentuální úspěšnosti jednotlivých skupin žáků v příslušném testu (testech) a směrodatné odchylky (SD). Ke grafickému doplnění popisných dat posloužily krabicové diagramy (tzv. Box Plots) znázorňující medián, mezikvartilové rozpětí, minimum, maximum a případná odlehlá pozorování.

Položková analýza sady didaktických testů byla provedena za využití Cronbachova alfa, indexu citlivosti RIT a indexu obtížnosti P, tak jak popisuje Urbánek, Denglerová, Širůček (2011).

Statisticky byly řešeny následující problémy:

1. Pro ověření hypotéz, zda výkon žáků v didaktických testech (pretestu, posttestu 1 a posttestu 2, resp. jejich rozdílech) závisí na způsobu vedení výuky (badatelsky vedená a klasicky vedená výuka), byl aplikován dvouvýběrový t-test. Jelikož není předpokládána shoda rozptylů, byl využit Aspinův-Welchův test.

Podobně byl dvouvýběrový t-test využit pro testování, zda výkon žáků v didaktických testech závisí na pohlaví žáků, zájmu či nezájmu žáků o biologii, maturitě z biologie a předpokládaného směru dalšího studia.

2. Pro potvrzení signifikance změn mezi dvěma administracemi, tedy při existenci vzájemné závislosti uvnitř dvojic, byl aplikován párový t-test (resp. jednovýběrový t-test aplikovaný na rozdíly).

3. Síla lineární závislosti dvou proměnných, X = výkon žáků v didaktických testech a Y = známka na vysvědčení z biologie, byla řešena pomocí Pearsonova korelačního koeficientu ρ_{xy} , který nabývá hodnot mezi -1 a 1. Hodnoty blízko 0 znamenají neexistenci lineární závislosti a absolutní hodnoty blízko 1 nebo -1 silnou lineární závislost. Kladné hodnoty značí přímou úměrnost mezi proměnnými, záporné hodnoty nepřímou úměrnost.

Výše uvedené použité statistické metody a modely jsou popsány v publikacích autorů Anděl (2007), Zichová (2007), Zvára (2003, 2013).

Veškeré statistické analýzy byly provedeny ve statistickém programu R verze 3.3.0 (R Core Team, 2016). Testování hypotéz probíhalo vždy na 5-ti procentní hladině; výsledky byly tedy považovány za statisticky významné, pokud dosažená hladina významnosti, tzv. p-hodnota, byla menší než 0,05.

Poznámka: Analýza výsledků žáků v závislosti na způsobu vedení výuky byla provedena také souhrnně pomocí lineárních regresních modelů. Smíšený regresní model (viz Gelman, Hill, 2007) byl využit na modelování hierarchické struktury v datech (tj. korelační struktury způsobené příslušností žáků do tříd a škol). Výběr optimálního modelu byl proveden pomocí tzv. Bayesovského informačního kritéria (BIC, viz Gelman, Hill, 2007).

Výsledky tohoto modelu v této práci prezentovány nejsou.

4. Výsledky

4.1 Srovnání vybraných kurikulárních dokumentů obsahové analýzy

Cílem obsahové analýzy bylo porovnat vybrané současně platné české kurikulární dokumenty - Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (viz VÚP, 2007) a dostupné učebnice pro střední školy (gymnázia). Při obsahové analýze byly zpracovány tyto učebnice: Jelínek, Zicháček (2011): Biologie pro gymnázia; Kočárek (2010): Biologie člověka 1, 2; Novotný, Hruška (2007): Biologie člověka pro gymnázia.

Analyzovány byly čtyři kategorie, a to:

- uplatňování multidisciplinárního přístupu (ano/ne),
- uplatňování interdisciplinárního přístupu (ano/ne),
- samostatnost žáků při řešení úloh a úkolů (ano/ne),
- specifikace očekávaných výstupů z hlediska činnostního přístupu k výuce (požadavků badatelsky orientované výuky) (ano/ne) (viz Tab. 17).

Učebnice pro střední školy (gymnázia)

Učebnice Biologie pro gymnázia (Jelínek, Zicháček, 2011) respektuje požadavek interdisciplinarity, multidisciplinární přístup však uplatňován není. V teoretické části obsahuje učebnice kapitolu věnovanou vylučovací soustavě člověka. Učivo je zde prezentováno ve formě přehledového anatomicko-fyziologického výkladu. Text je doplněn o základní informace k nejčastějším onemocněním ledvin. Neobsahuje žádné otázky ani úlohy pro žáky. Praktická část učebnice zahrnuje znalostní test, který se sestává ze zjišťovacích otázek, doplňování chybějících výrazů do vět, otázek s výběrem odpovědí a dále pak otázek potvrzující správnost tvrzení. Správné odpovědi na testové otázky najdou žáci na konci kapitoly. Dále tato část uvádí náměty na praktické pozorování trvalého preparátu histologického řezu ledviny a praktického pokusu důkazu složení potu a rozmístění potních žláz na těle. Žáci mají k úkolům uvedeny pomůcky, které budou potřebovat, a dále následuje podrobný postup, jak mají žáci při praktických cvičeních postupovat. Na konci úkolů je zformulován závěr, co žáci při pozorování viděli či experimentem dokázali.

Učebnice Biologie člověka (Kočárek, 2010) respektuje jak požadavek interdisciplinarity, tak i požadavek multidisciplinarity. V teoretické části obsahuje

učebnice kapitolu věnovanou vylučovací soustavě, v níž jsou zařazeny i historické pasáže dokumentující pokroky léčebných postupů a vývoj medicínského i biologického poznání. Studijní text doplňují otázky motivující žáka k opakování předchozího učiva, k diskuzi o probírané problematice i k dalšímu studiu. Význam vody v lidském těle a způsoby jejího vylučování z těla je zmíněno i v kapitolách věnovaných studiu úvodu do biologie člověka či tělním tekutinám. Praktický doplněk učebnice obsahuje na začátku dané kapitoly souhrn učiva k danému tematickému celku a na konci kapitoly výběr modelových testových otázek. Kromě opakovacích textů je zde možno najít pasáže týkající se ochrany zdraví, a to zejména o nemocech orgánové soustavy, jejich diagnostice a možnostech prevence. Dále je text doplněn o otázky, popřípadě náměty k úvahám, diskusím či referátům. Například: „Informujte se např. prostřednictvím internetových zdrojů, popř. přímo v lékárnách, které rehydratační roztoky jsou v současnosti u nás k dostání, a jak se používají.“ „Máte-li možnost, seznamte se s použitím testovacích proužků určených k rychlé analýze moči. Které další složky moči lze jimi stanovit?“

Učebnice Biologie člověka pro gymnázia (Novotný, Hruška, 2007) respektuje požadavek interdisciplinarity, multidisciplinární přístup však příliš uplatňován není. V kapitole o vylučovací soustavě pojednává učebnice o anatomii a základních fyziologických funkcích dané orgánové soustavy. Při jejich výkladu vychází nejenom z principů specificky biologických, ale i obecně platných fyzikálních a chemických principů. Vysvětluje též evoluční příčiny vzniku a vývoje ledvin u obratlovců. Uvedeny jsou zde i stručné popisy chorob močového ústrojí a jejich léčení. Na konci kapitoly lze najít otázky zjišťující u žáků znalosti o stavbě a funkci vylučovací soustavy. V praktické části učebnice jsou uvedeny náměty na praktické pozorování trvalého preparátu histologického řezu ledviny a praktického pokusu důkazu složení potu a rozmístění potních žláz na těle. Žáci mají k úkolům uvedeny pomůcky, které budou potřebovat, a dále následuje postup, jak mají žáci při praktických cvičeních postupovat a čeho si mají všimnout.

Shrnutí: Provedená obsahová analýza učebnic naznačuje obdobné zaměření studijních textů na výkladový popis stavby a funkce jednotlivých orgánů vylučovací soustavy. Učivo je zpravidla rozšířeno o základní informace k nejčastějším typům onemocnění močového ústrojí, popřípadě prevence a možnosti léčby. Mezipředmětový

přesah učiva je omezen většinou v rámci jednotlivých oborů biologie, vazby na jiné vyučovací předměty (popř. vědní obory) se příliš neuplatňují.

Otázky v uvedených učebnicích mají spíše váhu doplňovací nežli nosnou. Jsou většinou uvedeny na konci kapitoly nebo vmezeřeny mezi odstavce textu týkajícího se daného problému a mají funkci zejména opakovací, někdy vedou k zamyšlení se. Žádná otázka není základním prvním bodem tématu, ze kterého by se vycházelo při vyučování a která by vedla k navrhování postupu, jak odpověď zjistit a dále učivo rozvíjela. V úlohách, kde je třeba provést nějaké šetření, ke kterému potřebujeme pomůcky, je postup a materiál uveden, popřípadě je přiložen obrázek, který popisuje daný jev. Někdy se lze setkat i s formulací závěru provedeného šetření.

Celkově je možno říci, že texty v uvedených učebnicích mají spíše funkci výkladovou, na žáky nejsou kladeny téměř žádné nároky na práci s informacemi v nich obsažených. Otázek v textu příliš není, pokud se nějaké najdou, jsou převážně kontrolní, opakovací a nevyžadují od žáků jinou aktivitu než odpověď vyhledat v učebním textu, popřípadě v jiném informačním zdroji, pokud neumějí odpovědět ihned. Uvedené úlohy obsahují všechny potřebné informace pro jejich vyřešení, žakovým úkolem je jejich praktické ověření. Učebnice Biologie člověka (Kočárek, 2010) s praktickým doplňkem byla z pohledu této analýzy označena za nejvhodnější.

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

Velmi důležitým pramenem byl Rámcový vzdělávací program pro gymnázia, ve kterém předmět biologie vychází ze vzdělávací oblasti Člověk a příroda a integruje část vzdělávací oblasti Člověk a zdraví. Tento závazný dokument v sobě mimo jiné zahrnuje očekávané výstupy, které popisují, co má žák umět dělat nebo čemu má rozumět po absolvování předmětu. Při jejich analýze je patrné, že celková specifikace požadavků na výkony žáků je prezentována velmi obecně. To dokládají následující příklady požadavků na žáka vztahující se k danému tematickému celku: *Žák „využívá znalosti o orgánových soustavách pro pochopení vztahů mezi procesy probíhajícími v lidském těle“*, *„usiluje o pozitivní změny ve svém životě související s vlastním zdravím a zdravím druhých.“* Hlavní cíle přírodovědného, tedy i biologického, vzdělávání jsou konkretizovány na úrovni vzdělávací oblasti Člověk a příroda, kam biologie spolu s chemií, fyzikou, geografii a geologií patří. Na přírodovědné vzdělávání navazuje ze své praktické a aplikační podstaty vzdělávací oblast Člověk a zdraví. Z charakteristiky

základních priorit těchto vzdělávacích oblastí jasně vyplývá požadavek začleňování BOV do výuky biologie v mnohem větší míře, než tomu bylo na základní škole. Pro rozvoj přírodovědného myšlení žáků se dále jeví nezbytné uplatňovat multidisciplinární a interdisciplinární přístup ve výuce biologie.

Shrnutí: Celkově lze říci, že i když se jeví jako problematická velmi obecná formulace očekávaných výstupů, zároveň však umožňuje školám, potažmo učitelům, aby si sami nadefinovali obtížnější výstupy a používali náročnější formy a metody výuky biologie.

Tab. 17 Výsledky obsahové analýzy kurikulárních dokumentů

Analyzované kurikulární dokumenty	Multidisciplinární přístup		Interdisciplinární přístup		Samostatnost žáků při řešení úloh a úkolů		Specifikace očekávaných výstupů z hlediska činnostního přístupu k výuce (požadavků BOV)	
	ano	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ne
Jelínek, Zicháček (2011)		X	X			X	-	
Kočárek (2010)	X		X		X		-	
Novotný, Hruška (2007)		X	X			X	-	
RVP G		-		-		-		X

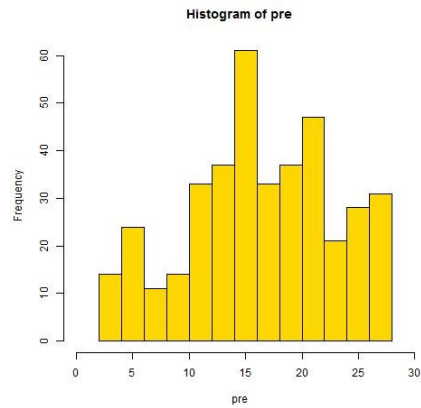
Poznámka: - absence dat

4.2 Testování hypotéz na 5-ti procentní hladině

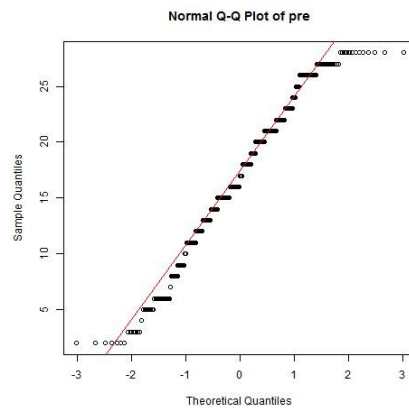
Normalita celkových skóre žáků v didaktických testech

Splnění předpokladů normality bylo posuzováno pomocí histogramů a pomocí normálních diagramů, tzv. QQ-plotů. Počet bodů v pretestu má přibližně normální rozdělení (viz Obr. 7, 8). Soudě podle histogramů i podle QQ plotů je rozdělení počtu bodů v obou posttestech o něco více sešikmené, což je dáno horní mezí počtu bodů, kterého bylo možné dosáhnout (viz Obr. 9, 10, 11, 12). Pro účely testů však i nadále uvažujeme normální rozdělení. Výsledky by s ohledem na vysoký počet žáků a na robustnost použitých metod (obzvláště t-testů) neměly být tímto příliš zkreslené.

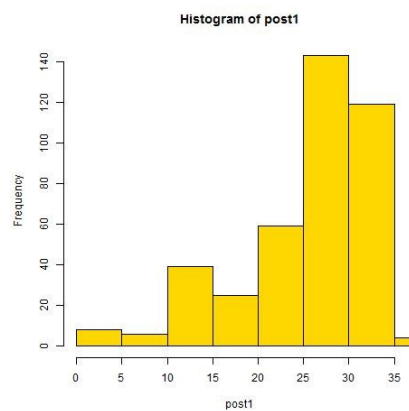
Obr. 7 Histogram rozdělení četností počtu dosažených bodů v pretestu u žáků experimentální i kontrolní skupiny



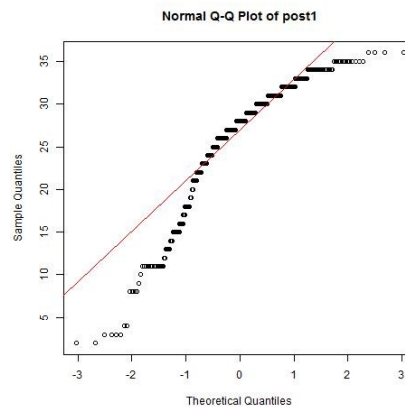
Obr. 8 Normální diagram normálního rozdělení počtu dosažených bodů v pretestu u žáků experimentální i kontrolní skupiny



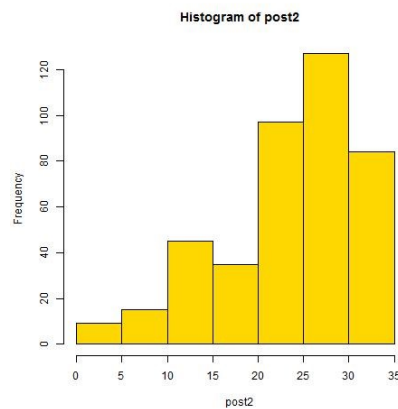
Obr. 9 Histogram rozdělení četností počtu dosažených bodů v posttestu I u žáků experimentální i kontrolní skupiny



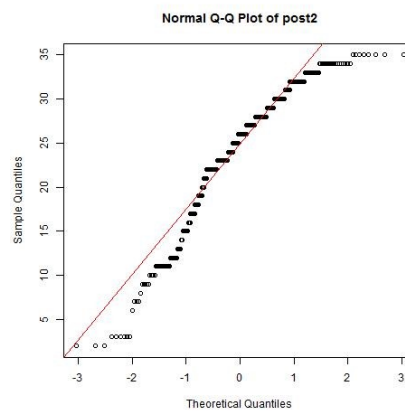
Obr. 10 Normální diagram normálního rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 1 u žáků experimentální i kontrolní skupiny



Obr. 11 Histogram rozdělení četností počtu dosažených bodů v posttestu 2 u žáků experimentální i kontrolní skupiny



Obr. 12 Normální diagram normálního rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 2 u žáků experimentální i kontrolní skupiny



1. hypotéza (H): Žáci experimentální i kontrolní skupiny dosahují v pretestu stejných výsledků.

Aplikujeme t-test shody středních hodnot hodnocení výkonů žáků v pretestu u skupin.

nulová hypotéza (H0): střední hodnocení v pretestu je u obou skupin žáků shodné

alternativní hypotéza (HA): střední hodnocení v pretestu je u experimentální a kontrolní skupiny různé (oboustranná alternativa)

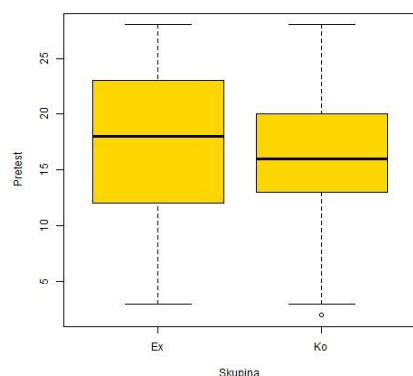
Tab. 18 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 1

Charakteristika souboru	Skupina	
	Experimentální	Kontrolní
Počet žáků	214	177
Průměrný počet bodů	17,3	16,2
Průměrná procentuální úspěšnost	59,6	55,8
Směrodatná odchylka (SD) celkového počtu bodů	6,7	6,4
p-hodnota (dvouvýběrový t-test)	0,091	

Průměrná hodnota z pretestu je u experimentální skupiny 17,3 (SD = 6,7), u kontrolní skupiny je průměrná hodnota 16,2 (SD = 6,4). Zda je tento rozdíl statisticky významný bylo dále testováno pomocí dvouvýběrového t-testu. Nulová hypotéza předpokládá shodu středních hodnot, alternativa předpokládá různé střední skóre u experimentální a kontrolní skupiny. Dosažená hladina významnosti (p-hodnota) není menší než 0,05 ($p = 0,091$). Na hladině 5 % tedy nezamítáme nulovou hypotézu o shodě středních hodnot.

Grafické znázornění úspěšnosti žáků v pretestu dle skupin uvádí Obr. 13.

Obr. 13 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v pretestu dle skupin žáků (hypotéza 1)



Hypotéza 1 nebyla zamítnuta.

Poznámka: Jelikož rozdíly mezi skupinami vykazují jisté odlišnosti (byť ne signifikantní dle výše uvedeného testu), v dalších analýzách byly zohledněny také rozdíly mezi skupinami v pretestu, tj. byly sledovány mj. i rozdíly mezi skupinami ve zlepšení/zhoršení mezi jednotlivými testy.

2. hypotéza (H): Žáci experimentální skupiny vykazují v posttestu 1 lepších výsledků než žáci kontrolní skupiny v témže posttestu.

Aplikujeme t-test shody středních hodnot hodnocení výkonů žáků v posttestu 1 u skupin.

nulová hypotéza (H₀): střední hodnocení v posttestu 1 je u obou skupin žáků shodné

alternativní hypotéza (H_A): střední hodnocení v posttestu 1 je vyšší u žáků experimentální skupiny (jednostranná alternativa)

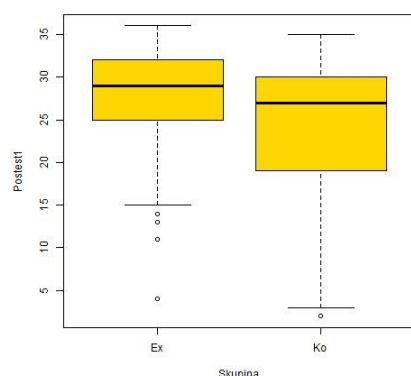
Tab. 19 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 2

Charakteristika souboru	Skupina	
	Experimentální	Kontrolní
Počet žáků	210	193
Průměrný počet bodů	27,4	24,2
Průměrná procentuální úspěšnost	76,1	67,2
Směrodatná odchylka (SD) celkového počtu bodů	6,4	8,1
p-hodnota (dvouvýběrový t-test)	< 0,001	

Průměrná hodnota z posttestu 1 je u experimentální skupiny 27,4 (SD = 6,4), u kontrolní skupiny je průměrná hodnota 24,2 (SD = 8,1). Zda je tento rozdíl statisticky významný bylo dále testováno pomocí dvouvýběrového t-testu. Nulová hypotéza předpokládá shodu středních hodnot, alternativa předpokládá vyšší střední skóre u experimentální skupiny. Dosažená hladina významnosti (p-hodnota) je menší než 0,05 (dokonce $p < 0,001$). Na hladině 5 % tedy zamítáme nulovou hypotézu o shodě středních hodnot a potvrdili jsme alternativní hypotézu, tedy že experimentální skupina dosahuje v průměru vyššího skóre v posttestu 1 než skupina kontrolní.

Grafické znázornění úspěšnosti žáků v posttestu 1 dle skupin uvádí Obr. 14.

Obr. 14 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 1 dle skupin žáků (hypotéza 2)



Hypotéza 2 byla potvrzena.

3. hypotéza (H): Žáci experimentální skupiny vykazují v posttestu 2 lepších výsledků než žáci kontrolní skupiny v témže posttestu.

Aplikujeme t-test shody středních hodnot hodnocení výkonů žáků v posttestu 2 u skupin.

nulová hypotéza (H0): střední hodnocení v posttestu 2 je u obou skupin žáků shodné

alternativní hypotéza (HA): střední hodnocení v posttestu 2 je vyšší u žáků experimentální skupiny (jednostranná alternativa)

Tab. 20 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 3

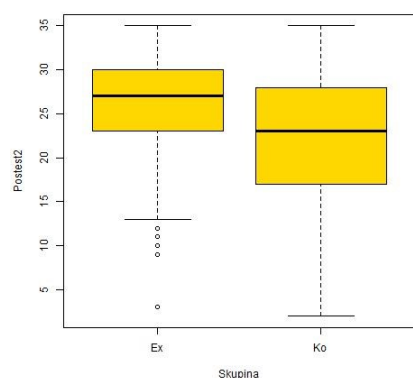
Charakteristika souboru	Skupina	
	Experimentální	Kontrolní
Počet žáků	219	193
Průměrný počet bodů	25,7	22,1
Průměrná procentuální úspěšnost	71,4	61,4
Směrodatná odchylka (SD) celkového počtu bodů	6,8	8,1
p-hodnota (dvouvýběrový t-test)	< 0,001	

Průměrná hodnota z posttestu 2 je u experimentální skupiny 25,7 (SD = 6,8), u kontrolní skupiny je průměrná hodnota 22,1 (SD = 8,1). Zda je tento rozdíl statisticky významný bylo dále testováno pomocí dvouvýběrového t-testu. Nulová hypotéza předpokládá shodu středních hodnot, alternativa předpokládá vyšší střední skóre u experimentální skupiny. Dosažená hladina významnosti (p-hodnota) je menší než 0,05 (dokonce $p < 0,001$). Na hladině 5 % tedy zamítáme nulovou hypotézu o shodě středních hodnot a

potvrdili jsme alternativní hypotézu, tedy že experimentální skupina dosahuje v průměru vyššího skóre v posttestu 2 než skupina kontrolní.

Grafické znázornění úspěšnosti žáků v posttestu 2 dle skupin uvádí Obr. 15.

Obr. 15 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 2 dle skupin žáků (hypotéza 3)



Hypotéza 3 byla potvrzena.

4. hypotéza (H): Žáci experimentální i kontrolní skupiny vykazují lepších výsledků v posttestu 1 než v posttestu 2.

Aplikujeme t-test shody středních hodnot hodnocení výkonů žáků v posttestu 1 a 2 samostatně pro experimentální a poté pro kontrolní skupinu. Pro obě skupiny přitom uvažujeme následující hypotézy.

nulová hypotéza (H0): střední hodnocení je u obou testů shodné

alternativní hypotéza (HA): střední hodnocení je vyšší u posttestu 1 (jednostranná alternativa)

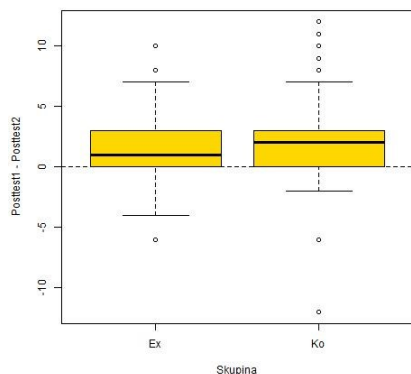
Tab. 21 Výsledky párového t-testu pro hypotézu 4

Charakteristika souboru	Skupina	
	Experimentální	Kontrolní
Počet žáků	203	181
Rozdíl v počtu bodů (posttest1 - posttest 2)	1,6	2,1
Rozdíl procentuální úspěšnosti (posttest 1 – posttest 2)	4,7	5,8
Směrodatná odchylka rozdílu (SD) celkového počtu bodů (posttest1 - posttest2)	2,2	2,9
p-hodnota (posttest1 - posttest 2) (párový t-test)	< 0,001	< 0,001

Obě skupiny se signifikantně zhoršily mezi posttestem 1 a posttestem 2.

Grafické znázornění úspěšnosti žáků v posttestu 1 a 2 uvádí Obr. 16.

Obr. 16 Krabicový diagram rozdělení rozdílu počtu dosažených bodů v posttestu 1 a posttestu 2 dle skupin žáků (hypotéza 4)



Hypotéza 4 byla potvrzena.

Poznámka: Toto zhoršení bylo o něco vyšší u kontrolní skupiny než u experimentální skupiny, rozdíl však těsně nebyl statisticky významný ($p < 0,001$).

5. hypotéza (H): Žáci experimentální i kontrolní skupiny vykazují lepších výsledků v posttestu 1 než v pretestu.

Aplikujeme t-test shody středních hodnot hodnocení výkonů žáků v posttestu 1 a pretestu samostatně pro experimentální a poté pro kontrolní skupinu. Pro každou skupinu přitom uvažujeme následující hypotézy.

nulová hypotéza (H₀): střední procentuální úspěšnost je u obou testů shodná (pozn. maximální možné skóre u pretestu bylo 29 bodů, u posttestů 36 bodů)

alternativní hypotéza (H_A): střední procentuální úspěšnost je vyšší u posttestu 1 (jednostranná alternativa)

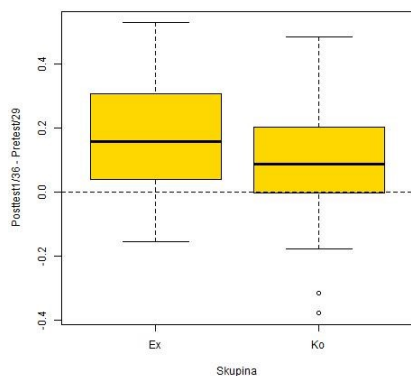
Tab. 22 Výsledky párového t-testu pro hypotézu 5

Charakteristika souboru	Skupina	
	Experimentální	Kontrolní
Počet žáků	197	162
Průměrný rozdíl v počtu bodů (posttest1 - pretest)	10,3	7,6
Směrodatná odchylka rozdílu (SD) celkového počtu bodů (posttest1 - pretest)	4,4	4,9
Průměrný rozdíl v procentuální úspěšnosti (posttest1/36 -pretest/29)	17,2%	10,4%
Směrodatná odchylka rozdílu (SD) celkového počtu bodů (posttest1/36 – pretest/29)	15,1%	14,5%
p-hodnota (posttest1/36 – pretest/29) (párový t-test)	< 0,001	< 0,001

Obě skupiny se signifikantně zlepšily mezi pretestem a posttestem 1.

Grafické znázornění úspěšnosti žáků v pretestu a posttestu 1 uvádí Obr. 17.

Obr. 17 Krabicový diagram rozdělení rozdílu počtu dosažených bodů v posttestu 1 a pretestu dle skupin žáků (hypotéza 5)



Hypotéza 5 byla potvrzena.

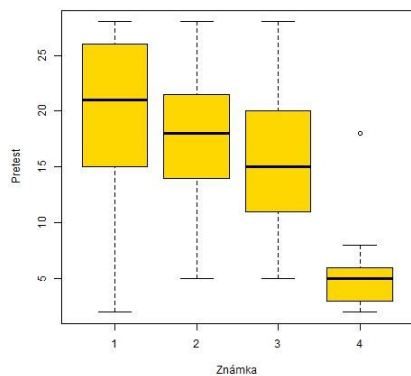
Poznámka: Toto zlepšení bylo o něco vyšší u experimentální skupiny než u skupiny kontrolní, rozdíl však těsně nebyl statisticky významný ($p < 0,001$).

6. hypotéza (H): Výkon žáků obou skupin v pretestu výrazně nekoreluje s jejich známkou na vysvědčení z biologie.

V tomto případě vyšetříme velikost korelačního koeficientu. Odhad korelačního koeficientu je -0,49, korelační koeficient je signifikantně různý od 0 ($p < 0,001$). Jedná se o nepřímou úměrnost, tedy žáci s lepší známkou dosahovali více bodů v daném testu.

Grafické znázornění úspěšnosti žáků v pretestu dle známky na vysvědčení z biologie uvádí Obr. 18.

Obr. 18 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v pretestu dle známky na vysvědčení z biologie (hypotéza 6)



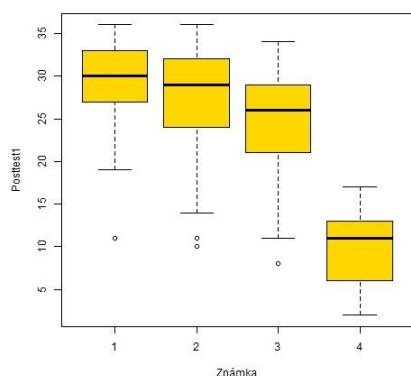
Hypotéza 6 byla zamítnuta.

7. hypotéza (H): Výkon žáků obou skupin v posttestu 1 výrazně koreluje s jejich známkou na vysvědčení z biologie.

V tomto případě vyšetříme velikost korelačního koeficientu. Odhad korelačního koeficientu je - 0,57, korelační koeficient je signifikantně větší než 0 ($p < 0,001$). V absolutní hodnotě je tento korelační koeficient vyšší než u předchozí hypotézy (hypotéza 6). Jedná se opět o nepřímou úměrnost, tedy žáci s lepší známkou dosahovali více bodů v daném testu.

Grafické znázornění úspěšnosti žáků v posttestu 1 dle známky na vysvědčení z biologie uvádí Obr. 19.

Obr. 19 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 1 dle známky na vysvědčení z biologie (hypotéza 7)



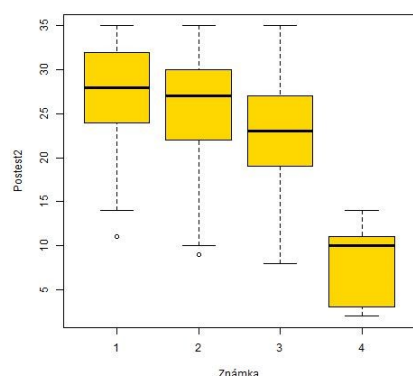
Hypotéza 7 nebyla zamítnuta.

8. hypotéza (H): Výkon žáků obou skupin v posttestu 2 výrazně nekoreluje s jejich známkou na vysvědčení z biologie.

V tomto případě vyšetříme velikost korelačního koeficientu. Odhad korelačního koeficientu je - 0,53, korelační koeficient je signifikantně větší než 0 ($p < 0,001$). V absolutní hodnotě je tento korelační koeficient o něco nižší než u předchozí hypotézy (hypotéza 7), ale zase vyšší než u hypotézy 6. Jedná se opět o nepřímou úměrnost, tedy žáci s lepší známkou dosahovali více bodů v daném testu.

Grafické znázornění úspěšnosti žáků v posttestu 2 dle známky na vysvědčení z biologie uvádí Obr. 20.

Obr. 20 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 2 dle známky na vysvědčení z biologie (hypotéza 8)



Hypotéza 8 byla zamítnuta.

9. hypotéza (H): Chlapci dosahují lepších výsledků v pretestu než děvčata v témže pretestu.

Aplikujeme t-test shody středních hodnot hodnocení žáků dle pohlaví. Jelikož popisné statistiky napovídají, že skutečnost je právě opačná, než byla naše původní hypotéza, testujeme nulovost středních hodnot proti oboustranné alternativě.

nulová hypotéza (H0): střední hodnocení v pretestu je u obou skupin žáků shodné

alternativní hypotéza (HA): střední hodnocení v pretestu je u chlapců a děvčat různé (oboustranná alternativa)

Tab. 23 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 9

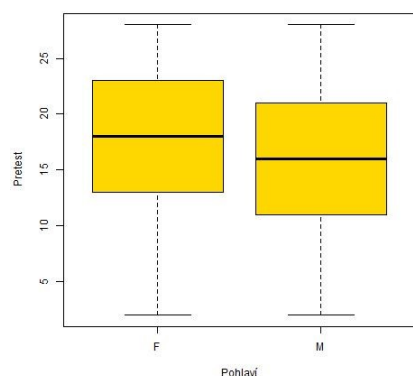
Charakteristika souboru	Pohlaví	
	Chlapec	Děvče
Počet žáků	184	207
Průměrný počet bodů	15,5	17,9
Průměrná procentuální úspěšnost	53,4	61,7
Směrodatná odchylka (SD) celkového počtu bodů	6,8	6,1
p-hodnota (dvouvýběrový t-test)	< 0,001	

Průměrná hodnota z pretestu je u chlapců 15,5 (SD = 6,8), u děvčat je průměrná hodnota 17,9 (SD = 6,1). Zda je tento rozdíl statisticky významný bylo dále testováno pomocí dvouvýběrového t-testu. Nulová hypotéza předpokládá shodu středních hodnot, alternativa předpokládá různé střední skóre u chlapců a u děvčat. Dosažená hladina významnosti (p-hodnota) je menší než 0,05 ($p < 0,001$). Na hladině 5 % tedy zamítáme

nulovou hypotézu o shodě středních hodnot a potvrdili jsme alternativní hypotézu, a to ve prospěch děvčat.

Grafické znázornění úspěšnosti žáků v pretestu dle pohlaví uvádí Obr. 21.

Obr. 21 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v pretestu dle pohlaví (hypotéza 9)



Hypotéza 9 byla zamítnuta.

10. hypotéza (H). Děvčata dosahují lepších výsledků v posttestu 1 než chlapci v témže posttestu.

Aplikujeme t-test shody středních hodnot hodnocení žáků dle pohlaví.

nulová hypotéza (H₀): střední hodnocení v posttestu 1 je u obou skupin žáků shodné

alternativní hypotéza (H_A): střední hodnocení v posttestu 1 je u děvčat vyšší než u chlapců (jednostranná alternativa)

Tab. 24 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 10

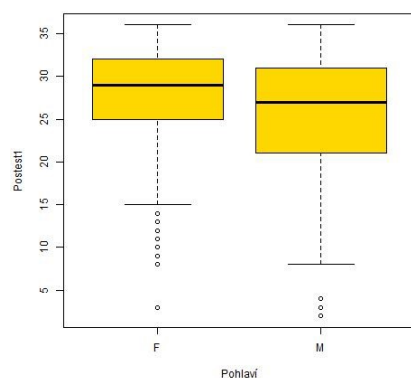
Charakteristika souboru	Pohlaví	
	Chlapec	Děvče
Počet žáků	184	219
Průměrný počet bodů	24,6	26,9
Průměrná procentuální úspěšnost	68,3	74,7
Směrodatná odchylka (SD) celkového počtu bodů	8,1	6,6
p-hodnota (dvouvýběrový t-test)	0,001	

Průměrná hodnota z posttestu 1 je u chlapců 24,6 (SD = 8,1), u děvčat je průměrná hodnota 26,9 (SD = 6,6). Zda je tento rozdíl statisticky významný bylo dále testováno pomocí dvouvýběrového t-testu. Nulová hypotéza předpokládá shodu středních hodnot, alternativa předpokládá vyšší střední skóre u děvčat. Dosažená hladina významnosti (p-hodnota) je menší než 0,05 ($p = 0,001$). Na hladině 5 % tedy zamítáme nulovou

hypotézu o shodě středních hodnot a potvrdili jsme alternativní hypotézu, tedy že děvčata dosahují v průměru vyššího skóre v posttestu 1 než chlapci.

Grafické znázornění úspěšnosti žáků v posttestu 1 dle pohlaví uvádí Obr. 22.

Obr. 22 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 1 dle pohlaví (hypotéza 10)



Hypotéza 10 byla potvrzena.

11. hypotéza (H): Chlapci dosahují lepších výsledků v posttestu 2 než děvčata v témže posttestu.

Aplikujeme t-test shody středních hodnot hodnocení žáků dle pohlaví. Jelikož popisné statistiky napovídají, že skutečnost je právě opačná, než byla naše původní hypotéza, testujeme nulovost středních hodnot proti oboustranné alternativě.

nulová hypotéza (H0): střední hodnocení v posttestu 2 je u obou skupin žáků shodné

alternativní hypotéza (H_A): střední hodnocení v posttestu 2 je u chlapců a u děvčat různé (oboustranná alternativa)

Tab. 25 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 11

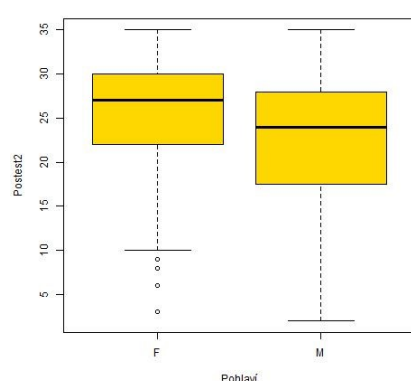
Charakteristika souboru	Pohlaví	
	Chlapec	Děvče
Počet žáků	191	221
Průměrný počet bodů	22,5	25,2
Průměrná procentuální úspěšnost	62,5	70
Směrodatná odchylka (SD) celkového počtu bodů	8,2	6,8
p-hodnota (dvouvýběrový t-test)	< 0,001	

Průměrná hodnota z posttestu 2 je u chlapců 22,5 (SD = 8,2), u děvčat je průměrná hodnota 25,2 (SD = 6,8). Zda je tento rozdíl statisticky významný bylo dále testováno

pomocí dvouvýběrového t-testu. Nulová hypotéza předpokládá shodu středních hodnot, alternativa předpokládá různé střední skóre u děvčat a chlapců. Dosažená hladina významnosti (p-hodnota) je menší než 0,05 ($p < 0,001$). Na hladině 5 % tedy zamítáme nulovou hypotézu o shodě středních hodnot a potvrdili jsme alternativní hypotézu, a to ve prospěch děvčat.

Grafické znázornění úspěšnosti žáků v posttestu 2 dle pohlaví uvádí Obr. 23.

Obr. 23 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 2 dle pohlaví (hypotéza 11)



Hypotéza 11 byla zamítnuta.

12. hypotéza (H): Chlapci a děvčata vykazují různé zlepšení mezi pretestem a posttestem 1.

Aplikujeme t-test shody středních hodnot rozdílů hodnocení žáků dle pohlaví.

nulová hypotéza (H0): střední rozdíl hodnocení je u obou skupin žáků shodné

alternativní hypotéza (HA): střední rozdíl hodnocení je u chlapců a u děvčat různé (oboustranná alternativa)

Tab. 26 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 12

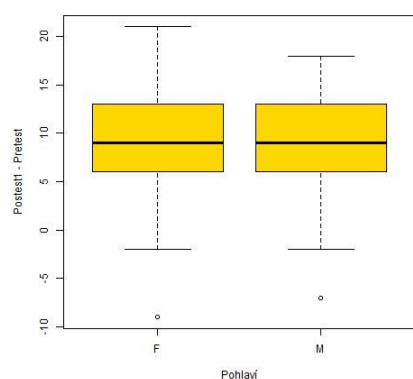
Charakteristika souboru	Pohlaví	
	Chlapec	Děvče
Počet žáků	162	197
Rozdíl v počtu bodů (posttest1 - pretest)	9,02	9,2
Směrodatná odchylka rozdílu (SD) celkového počtu bodů (posttest1 - pretest)	4,8	4,9
p-hodnota (posttest1 - pretest) (dvouvýběrový t-test)	0,611	

Není signifikantní rozdíl ve zlepšení mezi pretestem a posttestem 1 u obou pohlaví.

Průměrná hodnota z posstestu 1 – pretestu je u chlapců 9,02 (SD = 4,8), u děvčat je průměrná hodnota 9,2 (SD = 4,9). Zda je tento rozdíl statisticky významný bylo dále testováno pomocí dvouvýběrového t-testu. Nulová hypotéza předpokládá shodu středních hodnot, alternativa předpokládá různé střední skóre u děvčat a chlapců. Dosažená hladina významnosti (p-hodnota) není menší než 0,05 ($p = 0,611$). Na hladině 5 % tedy nezamítáme nulovou hypotézu o shodě středních hodnot rozdílů.

Grafické znázornění úspěšnosti žáků dle pohlaví v pretestu a posttestu 1 uvádí Obr. 24.

Obr. 24 Krabicový diagram rozdělení rozdílu počtu dosažených bodů v posttestu 1 a pretestu dle pohlaví (hypotéza 12)



Hypotézu 12 nebylo možné potvrdit.

13. hypotéza (H): Chlapci a děvčata vykazují různé zhoršení mezi posttestem 1 a posttestem 2.

Aplikujeme t-test shody středních hodnot rozdílů hodnocení žáků dle pohlaví.

nulová hypotéza (H₀): střední rozdíl hodnocení je u obou skupin žáků shodné

alternativní hypotéza (H_A): střední rozdíl hodnocení je u chlapců a u děvčat různý (oboustranná alternativa)

Tab. 27 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 13

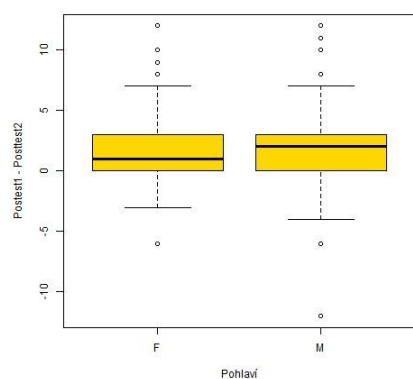
Charakteristika souboru	Pohlaví	
	Chlapec	Děvče
Počet žáků	174	210
Rozdíl v počtu bodů (posttest2 – posttest1)	1,9	1,7
Směrodatná odchylka rozdílů (SD) celkového počtu bodů (posttest2 – posttest1)	2,7	2,5
p-hodnota (posttest2 – posttest1) (dvouvýběrový t-test)	0,457	

Není signifikantní rozdíl ve zhoršení u obou pohlaví mezi posttestem 1 a posttestem 2.

Průměrná hodnota z posttestu 2 – posttestu 1 je u chlapců 1,9 (SD = 2,7), u děvčat je průměrná hodnota 1,7 (SD = 2,5). Zda je tento rozdíl statisticky významný bylo dále testováno pomocí dvouvýběrového t-testu. Nulová hypotéza předpokládá shodu středních hodnot, alternativa předpokládá různé střední skóre u děvčat a chlapců. Dosažená hladina významnosti (p-hodnota) není menší než 0,05 ($p = 0,457$). Na hladině 5 % tedy nezamítáme nulovou hypotézu o shodě středních hodnot rozdílů.

Grafické znázornění úspěšnosti žáků dle pohlaví v posttestu 1 a posttestu 2 uvádí Obr. 25.

Obr. 25 Krabicový diagram rozdělení rozdílu počtu dosažených bodů v posttestu 1 a posttestu 2 dle pohlaví (hypotéza 13)



Hypotézu 13 nebylo možné potvrdit.

14. hypotéza (H): Žáci se subjektivním zájmem o biologii dosahují ve všech testech lepších výsledků než žáci, které biologie nezajímá.

Aplikujeme t-test shody středních hodnot hodnocení žáků se zájmem a bez zájmu o biologii.

nulová hypotéza (H_0): střední hodnocení je u obou skupin žáků shodné

alternativní hypotéza (H_A): střední hodnocení je vyšší u žáků se subjektivním zájmem o biologii (jednostranná alternativa)

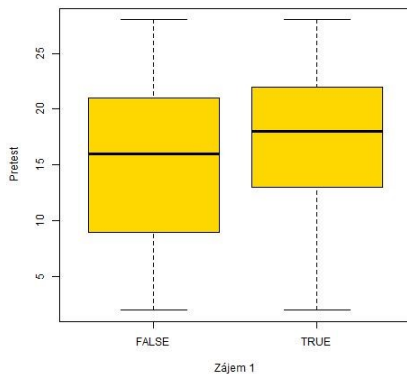
Tab. 28 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro kategorii 1 hypotézy 14

Charakteristika souboru Kategorie 1	Test		
	Pretest	Posttest 1	Posttest 2
Počet žáků nezájem/zájem	83/307	75/283	81/294
Průměrný počet bodů nezájem/zájem	15,1/17,3	22,6/26,9	20,9/25,1
Průměrná procentuální úspěšnost nezájem/zájem	52,1/59,6	62,7/74,7	58,1/69,7
Směrodatná odchylka (SD) celkového počtu bodů nezájem/zájem	7,2/6,3	9,1/6,5	8,9/6,9
p-hodnota (dvouvýběrový t-test)	0,014	< 0,001	< 0,001

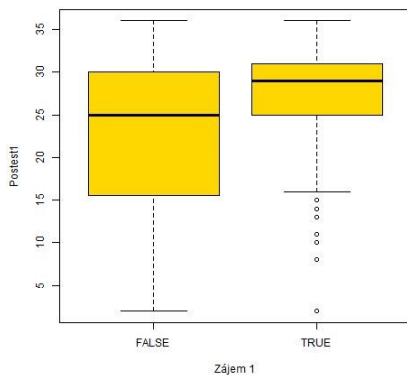
Průměrná hodnota u žáků se subjektivním zájmem o biologii z kategorie 1 je z pretestu 17,3 (SD = 6,3), z posttestu 1 26,9 (SD = 6,5) a z posttestu 2 25,1 (SD = 6,9), u žáků bez subjektivního zájmu o biologii je průměrná hodnota pro pretest 15,1 (SD = 7,2), posttest 1 22,6 (SD = 9,1), posttest 2 20,9 (SD = 8,9). Zda je tento rozdíl statisticky významný bylo dále testováno postupně pro pretest, posttest 1 a posttest 2 pomocí dvouvýběrového t-testu. Nulová hypotéza předpokládá vždy shodu středních hodnot, alternativa předpokládá vyšší střední skóre u žáků se subjektivním zájmem o biologii. Dosažená hladina významnosti (p-hodnota) je u všech testů menší než 0,05. Na hladině 5 % tedy zamítáme nulovou hypotézu o shodě středních hodnot a pro pretest, posttest 1 i posttest 2 jsme potvrdili alternativní hypotézu, tedy že žáci se subjektivním zájmem z kategorie 1 dosahují v průměru vyššího skóre ve všech testech než žáci, které biologie nezajímá.

Grafické znázornění úspěšnosti žáků v pretestu, posttestu 1 a posttestu 2 dle zájmu/nezájmu o biologii pro kategorii 1 uvádí Obr. 26, 27, 28.

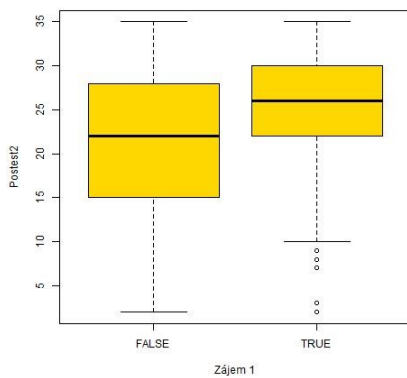
Obr. 26 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v pretestu dle zájmu/nezájmu o biologii v kategorii 1 (hypotéza 14)



Obr. 27 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 1 dle zájmu/nezájmu o biologii v kategorii 1 (hypotéza 14)



Obr. 28 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 2 dle zájmu/nezájmu o biologii v kategorii 1 (hypotéza 14)



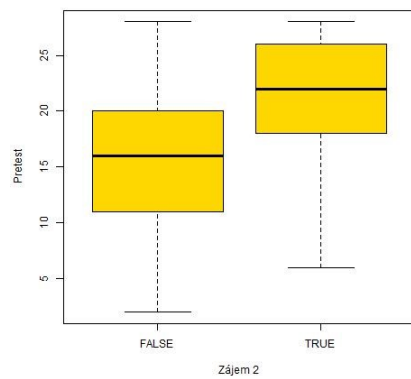
Tab. 29 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro kategorii 2 hypotézy 14

Charakteristika souboru Kategorie 2	Test		
	Pretest	Posttest 1	Posttest 2
Počet žáků nezájem/zájem	299/92	272/87	286/90
Průměrný počet bodů nezájem/zájem	15,5/21,1	24,7/30	22,7/28,7
Průměrná procentuální úspěšnost nezájem/zájem	53,4/72,7	68,6/83,3	63,1/79,7
Směrodatná odchylka (SD) celkového počtu bodů nezájem/zájem	6,3/5,4	7,5/5,2	7,5/5,6
p-hodnota (dvouvýběrový t-test)	< 0,001	< 0,001	< 0,001

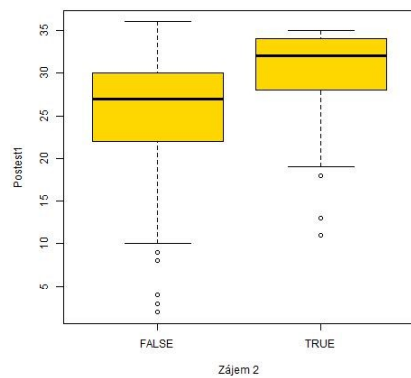
Průměrná hodnota u žáků se subjektivním zájmem o biologii z kategorie 2 je z pretestu 21,1 (SD = 5,4), z posttestu 1 30 (SD = 5,2) a z posttestu 2 28,7 (SD = 5,6), u žáků bez subjektivního zájmu o biologii je průměrná hodnota pro pretest 15,5 (SD = 6,3), posttest 1 24,7 (SD = 7,5), posttest 2 22,7 (SD = 7,5). Zda je tento rozdíl statisticky významný bylo dále testováno postupně pro pretest, posttest 1 posttest 2 pomocí dvouvýběrového t-testu. Nulová hypotéza předpokládá vždy shodu středních hodnot, alternativa předpokládá vyšší střední skóre u žáků se subjektivním zájmem o biologii. Dosažená hladina významnosti (p-hodnota) je u všech testů menší než 0,05 (dokonce $p < 0,001$). Na hladině 5 % tedy zamítáme nulovou hypotézu o shodě středních hodnot a pro pretest, posttest 1 i posttest 2 jsme potvrdili alternativní hypotézu, tedy že žáci se subjektivním zájmem z kategorie 2 dosahují v průměru vyššího skóre ve všech testech než žáci, které biologie nezajímá.

Grafické znázornění úspěšnosti žáků v pretestu, posttestu 1 a posttestu 2 dle zájmu/nezájmu o biologii pro kategorii 2 uvádí Obr. 29, 30, 31.

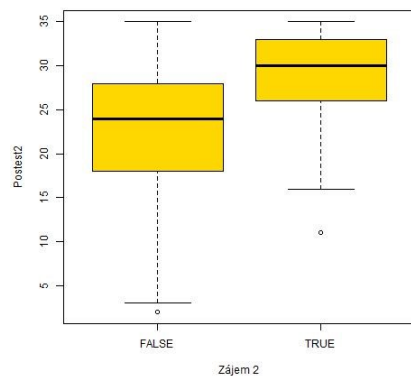
Obr. 29 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v pretestu dle zájmu/nezájmu o biologii v kategorii 2 (hypotéza 14)



Obr. 30 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 1 dle zájmu/nezájmu o biologii v kategorii 2 (hypotéza 14)



Obr. 31 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 2 dle zájmu/nezájmu o biologii v kategorii 2 (hypotéza 14)



Hypotéza 14 byla potvrzena.

15. hypotéza (H): Žáci, kteří budou maturovat z biologie, dosahují lepších výsledků v posttestu 2 než žáci nematurující z biologie.

Aplikujeme t-test shody středních hodnot hodnocení žáků maturujících či nematurujících z biologie.

nulová hypotéza (H₀): střední hodnocení je u obou skupin žáků shodné

alternativní hypotéza (H_A): střední hodnocení je vyšší u žáků maturujících z biologie (jednostranná alternativa)

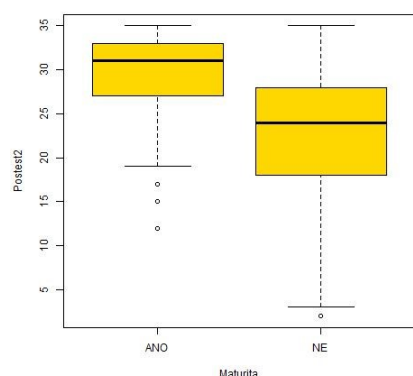
Tab. 30 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 15

Charakteristika souboru	Skupina	
	Maturanti	Nematuranti
Počet žáků	80	296
Průměrný počet bodů	29,5	22,6
Průměrná procentuální úspěšnost	81,9	62,7
Směrodatná odchylka (SD) celkového počtu bodů	4,7	7,5
p-hodnota (dvouvýběrový t-test)	< 0,001	

Průměrná hodnota z posttestu 2 je u maturantů 29,5 (SD = 4,7), u nematurantů je průměrná hodnota 22,6 (SD = 7,5). Zda je tento rozdíl statisticky významný bylo dále testováno pomocí dvouvýběrového t-testu. Nulová hypotéza předpokládá shodu středních hodnot, alternativa předpokládá vyšší střední skóre u maturantů. Dosažená hladina významnosti (p-hodnota) je menší než 0,05 (dokonce $p < 0,001$). Na hladině 5 % tedy zamítáme nulovou hypotézu o shodě středních hodnot a potvrdili jsme alternativní hypotézu, tedy že žáci hodlající maturovat z biologie dosahují v průměru vyššího skóre v posttestu 2 než žáci nematurující z biologie.

Grafické znázornění úspěšnosti žáků v posttestu 2 dle volby maturity z biologie uvádí Obr. 32.

Obr. 32 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 2 dle volby maturity z biologie (hypotéza 15)



Hypotéza 15 byla potvrzena.

16. hypotéza (H): Žáci, kteří hodlají dále pokračovat ve studiu biologie na vysoké škole, dosahují lepších výsledků v posttestu 2 než žáci, kteří se nebudou dále biologií zabývat.

Aplikujeme t-test shody středních hodnot hodnocení žáků pokračujících ve studiu biologie na vysoké škole či nikoliv.

nulová hypotéza (H₀): střední hodnocení je u obou skupin žáků shodné

alternativní hypotéza (H_A): střední hodnocení je vyšší u žáků pokračujících ve studiu biologie na vysoké škole (jednostranná alternativa)

Tab. 31 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 16

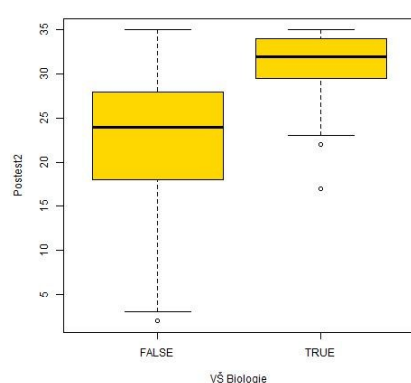
Charakteristika souboru	Skupina	
	Studium biologie na VŠ	Jiný typ školy
Počet žáků	65	326
Průměrný počet bodů	30,7	22,8
Průměrná procentuální úspěšnost	85,2	63,3
Směrodatná odchylka (SD) celkového počtu bodů	3,6	7,1
p-hodnota (dvouvýběrový t-test)	< 0,001	

Průměrná hodnota z posttestu 2 je u žáků hodlajících dále pokračovat ve studiu biologie na vysoké škole 30,7 (SD = 3,6), u žáků nezabývajících se dále biologií je průměrná hodnota 22,8 (SD = 7,1). Zda je tento rozdíl statisticky významný bylo dále testováno pomocí dvouvýběrového t-testu. Nulová hypotéza předpokládá shodu středních hodnot, alternativa předpokládá vyšší střední skóre u žáků pokračujících ve studiu biologie. Dosažená hladina významnosti (p-hodnota) je menší než 0,05 (dokonce $p < 0,001$). Na

hladině 5 % tedy zamítáme nulovou hypotézu o shodě středních hodnot a potvrdili jsme alternativní hypotézu, tedy že žáci hodlající dále studovat biologii na vysoké škole dosahují v průměru vyššího skóre v posttestu 2 než žáci, kteří se nebudou dále biologií zabývat.

Grafické znázornění úspěšnosti žáků v posttestu 2 dle volby studia biologie na vysoké škole uvádí Obr. 33.

Obr. 33 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 2 dle volby studia biologie na vysoké škole (hypotéza 16)



Hypotéza 16 byla potvrzena.

4.3 Vyhodnocení didaktických testů

4.3.1 Úspěšnost žáků v didaktických testech

Porovnávala se úspěšnost experimentální a kontrolní skupiny ve všech třech testech (pretest, posttest 1, posttest 2). Dále byly také srovnávány jednotlivé didaktické testy mezi sebou. Požadovaná hranice úrovně osvojení si učiva pro úspěšné řešení testů je uváděna 60 % (Hrabal, Lustigová, Valentová, 1994; Slavík, 1999).

Požadovanou hranici úspěšnosti překročila v pretestu méně než polovina žáků experimentální a kontrolní skupiny dohromady. V obou posttestech se však úspěšnost žáků pohybovala již přes 70 % (viz Tab. 32).

Tab. 32 Úspěšnost žáků experimentální a kontrolní skupiny dohromady v jednotlivých testech

Test	Absolutní počet		Relativní počet (%)	
	nad 60%	pod 60%	nad 60%	pod 60%
Pretest	190	201	49	51
Posttest 1	317	86	79	21
Posttest 2	300	112	73	27

Výsledky v pretestu byly 51 % pro experimentální skupinu a 46 % pro skupinu kontrolní (viz Tab. 33). V obou posttestech dosahovala výrazně lepších výsledků experimentální skupina oproti skupině kontrolní (viz Tab. 34, 35).

Tab. 33 Úspěšnost žáků dle skupin v pretestu

Skupina	Počet žáků	Pretest			
		nad 60%		pod 60%	
		absolutní počet	relativní počet (%)	absolutní počet	relativní počet (%)
Ex	214	108	51	106	49
Ko	177	82	46	95	54

Tab. 34 Úspěšnost žáků dle skupin v posttestu 1

Skupina	Počet žáků	Posttest 1			
		nad 60%		pod 60%	
		absolutní počet	relativní počet (%)	absolutní počet	relativní počet (%)
Ex	210	181	86	29	14
Ko	193	136	71	57	29

Tab. 35 Úspěšnost žáků dle skupin v posttestu 2

Skupina	Počet žáků	Posttest 2			
		nad 60%		pod 60%	
		absolutní počet	relativní počet (%)	absolutní počet	relativní počet (%)
Ex	219	177	81	42	19
Ko	193	123	64	70	36

4.3.2 Úspěšnost v didaktických testech v závislosti na skupině

Položková analýza výsledků jednotlivých didaktických testů byla vždy zaměřena na úspěšnost žáků dle skupin v celém testu, jednotlivých testových úlohách a kategoriích dovedností. Pro vyhodnocení úspěšnosti byl použit index obtížnosti P. Pro rozlišovací testy jsou optimální položky s obtížností 0,5 (Chráska, 1999, 2007; Urbánek, Denglerová, Širůček, 2011).

Pretest

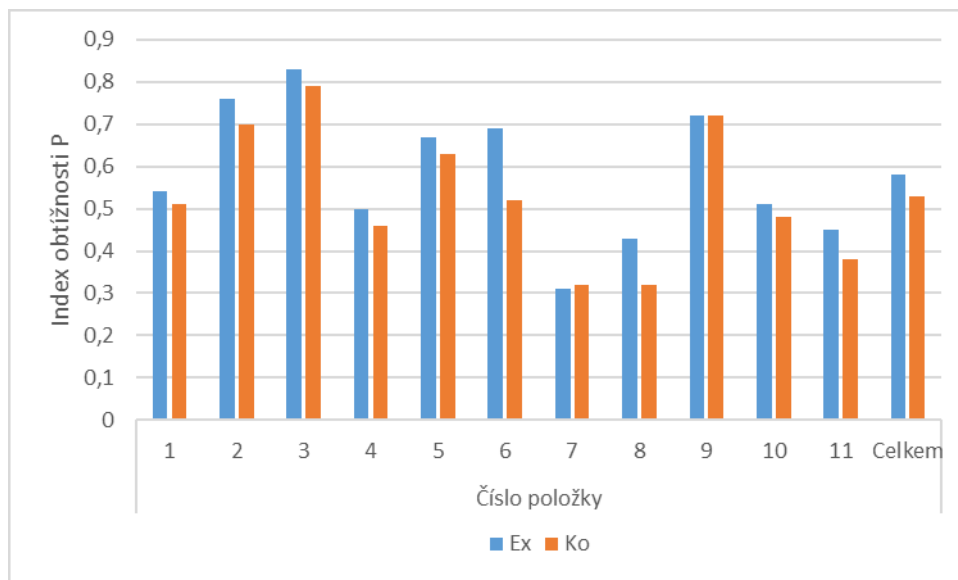
Experimentální skupina měla průměrnou úspěšnost řešení celého pretestu 58 %, zatímco kontrolní skupina řešila test s úspěšností 53 %, jak je uvedeno v Tab. 36 a Obr. 34, ze kterých je dále patrný problém žáků obou skupin s řešením hned několika úloh, kde jejich úspěšnost byla menší než 50 %. Jednalo se o úlohy č. 7, 8 a 11. Úloha č. 7

testuje vybavení si příslušných pojmů, zatímco úlohy č. 8 a 11 jsou dovednostní úlohy. Úloha č. 8 je zaměřená na dovednost vyhodnocovat výsledky a vytvářet závěry, úloha č. 11 zjišťuje dovednost formulovat a klást otázky. Kontrolní skupina řešila též s obtížemi úlohy č. 4 a 10, kdy úloha č. 4 vyžaduje odvození si informace z předložených údajů a úloha č. 10 pak dovednost třídít a zpracovat informace podle stanoveného kritéria. Nutno ovšem podotknout, že experimentální skupina se nacházela přesně na stanovené 50 % hranici úspěšnosti (úloha č. 4) či ji překročila pouze o 1 % (úloha č. 10). Největší problémy činila žákům obou skupin 4. kategorie Vyhodnocení výsledků, vytváření závěrů a jejich prezentace (úloha č. 8). Obtíže jim rovněž dělala i 1. a 3. kategorie, tedy Identifikace biologických problémů a kladení otázek (úloha č. 11), Třídění informací a jejich zpracování (úloha č. 10) (viz Tab. 36 a Obr. 34).

Tab. 36 Průměrná procentuální úspěšnost žáků dle skupin v jednotlivých položkách pretestu

Skupina	Číslo položky											Celkem
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Ex	54	76	83	50	67	69	31	43	72	51	45	58
Ko	51	70	79	46	63	52	32	32	72	48	38	53

Obr. 34 Srovnání průměrné procentuální úspěšnosti žáků dle skupin v jednotlivých položkách pretestu



Posttest 1

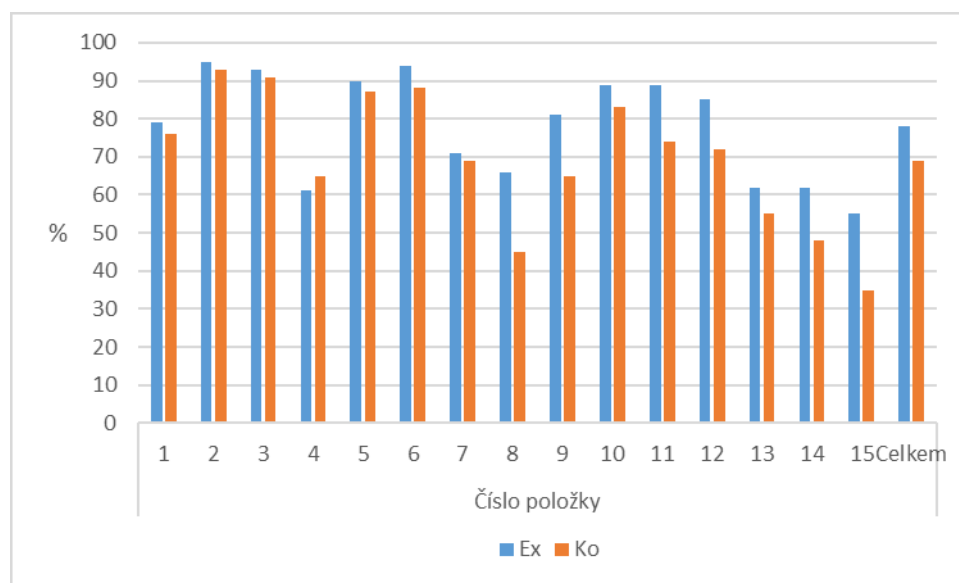
Experimentální skupina měla průměrnou úspěšnost řešení celého posttestu 1 78 %, zatímco kontrolní skupina řešila test s úspěšností 69 %, jak je uvedeno v Tab. 37 a

Obr. 35, ze kterých je dále patrný problém žáků kontrolní skupiny s řešením hned několika úloh, kde jejich úspěšnost byla menší než 50 %. Jednalo se o dovednostní úlohy č. 8, 14 a 15. Úloha č. 8 testuje dovednost vyhodnocovat výsledky a vytvářet závěry, úloha č. 14 dovednost třídít a zpracovat informace a úloha č. 15 pak dovednost formulovat a klást otázky. Celkově největší problémy dělala kontrolní skupině 1. kategorie Identifikace biologických problémů a kladení otázek (úloha č. 15), dále pak 3. a 4. kategorie, tedy Třídění informací a jejich zpracování (úloha č. 14), Vyhodnocení výsledků, vytváření závěrů a jejich prezentace (úloha č. 8) (viz Tab. 37 a Obr. 35).

Tab. 37 Průměrná procentuální úspěšnost žáků dle skupin v jednotlivých položkách posttestu 1

Skupina	Číslo položky															Celkem
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Ex	79	95	93	61	90	94	71	66	81	89	89	85	62	62	55	78
Ko	76	93	91	65	87	88	69	45	65	83	74	72	55	48	35	69

Obr. 35 Srovnání průměrné procentuální úspěšnosti žáků dle skupin v jednotlivých položkách posttestu 1



Posttest 2

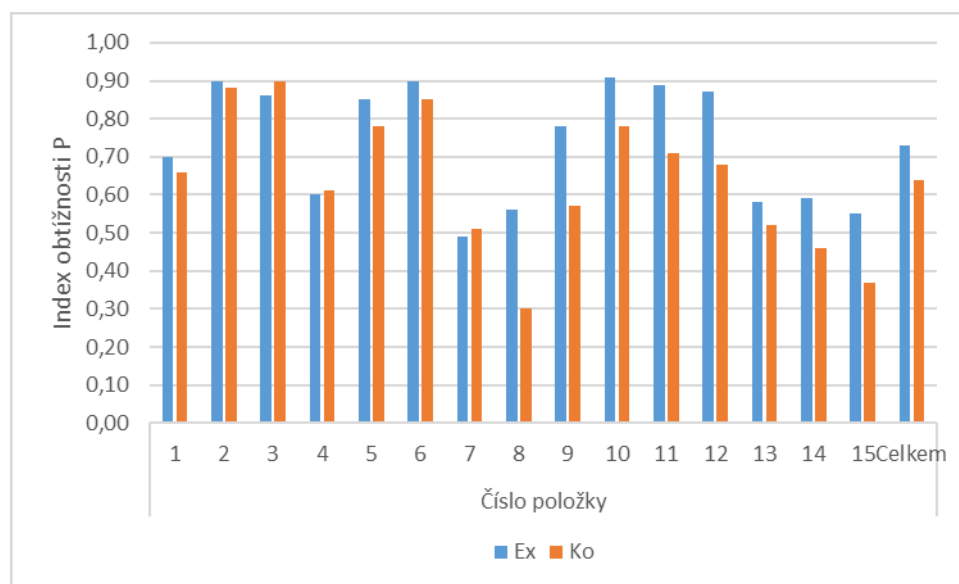
Experimentální skupina měla průměrnou úspěšnost řešení celého posttestu 2 73 %, zatímco kontrolní skupina řešila test s úspěšností 64 %, jak je uvedeno v Tab. 38 a Obr. 36, ze kterých je dále patrný problém žáků kontrolní skupiny s řešením hned několika úloh, kde jejich úspěšnost byla menší než 50 %. Jednalo se o stejné dovednostní úlohy jako v posttestu 1, tedy o úlohy č. 8, 14 a 15. Úloha č. 8 testuje

dovednost vyhodnocovat výsledky a vytvářet závěry, úloha č. 14 dovednost třídít a zpracovat informace a úloha č. 15 pak dovednost formulovat a klást otázky. Experimentální skupina řešila s obtížemi úlohu č. 7, která testuje vybavení si příslušných pojmů. Kontrolní skupina však překročila stanovenou 50 % hranici úspěšnosti u uvedené úlohy pouze o 1 %. Celkově největší problémy tedy dělala kontrolní skupině opět 1. kategorie Identifikace biologických problémů a kladení otázek (úloha č. 15), stejně tak i 3. a 4. kategorie, tedy Třídění informací a jejich zpracování (úloha č. 14), Vyhodnocení výsledků, vytváření závěrů a jejich prezentace (úloha č. 8) (viz Tab. 38 a Obr. 36).

Tab. 38 Průměrná procentuální úspěšnost žáků dle skupin v jednotlivých položkách posttestu 2

Skupina	Číslo položky															Celkem
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Ex	70	90	86	60	85	90	49	56	78	91	89	87	58	59	55	73
Ko	66	88	90	61	78	85	51	30	57	78	71	68	52	46	37	64

Obr. 36 Srovnání průměrné procentuální úspěšnosti žáků dle skupin v jednotlivých položkách posttestu 2

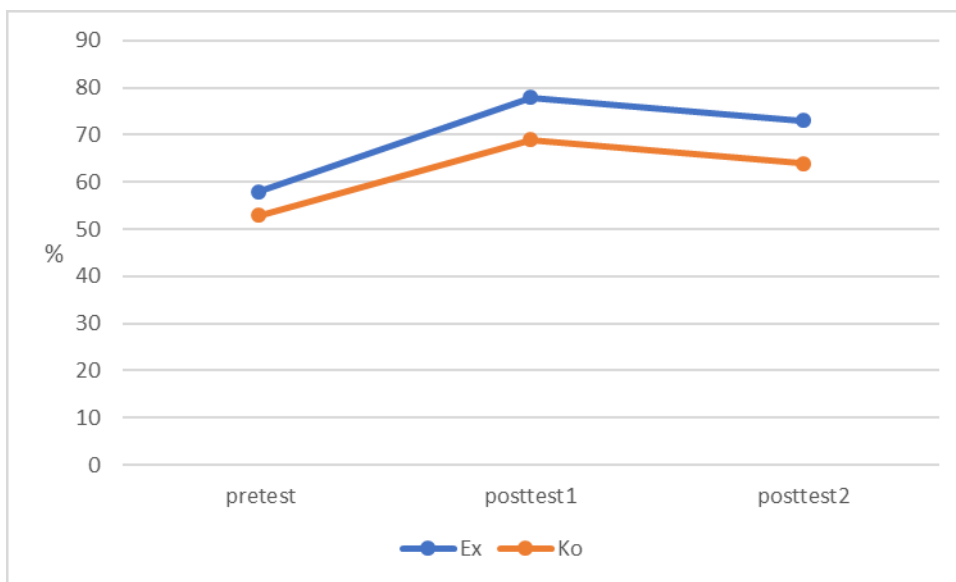


4.3.3 Grafické znázornění celkového skóre v závislosti na didaktickém testu

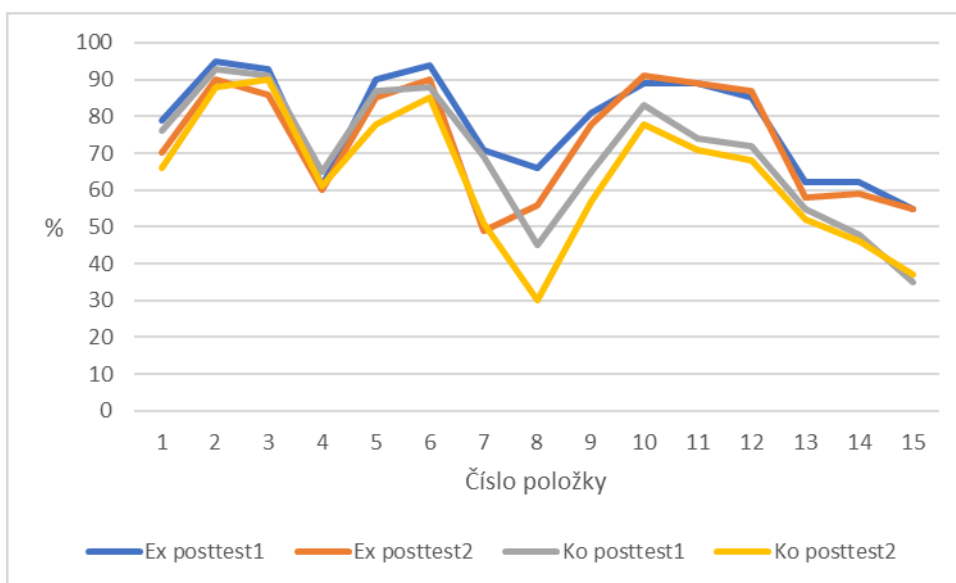
Pro vykreslení celkových skóre obou skupin žáků v závislosti na použitých didaktických testech (pretestu, posttestu 1, 2) byly vytvořeny souhrnné grafy. Obr. 37 zachycuje celkové průměrné zlepšení či zhoršení obou skupin žáků v jednotlivých didaktických testech. Celková průměrná úspěšnost žáků dle skupin v jednotlivých

položkách posttestu 1 a 2 je znázorněna na Obr. 38. Celková průměrná úspěšnost žáků ve znalostních úlohách pretestu i posttestu 1, 2 je uvedena na Obr. 39 a ve vybraných dovednostních úlohách pretestu i posttestu 1, 2 na Obr. 40.

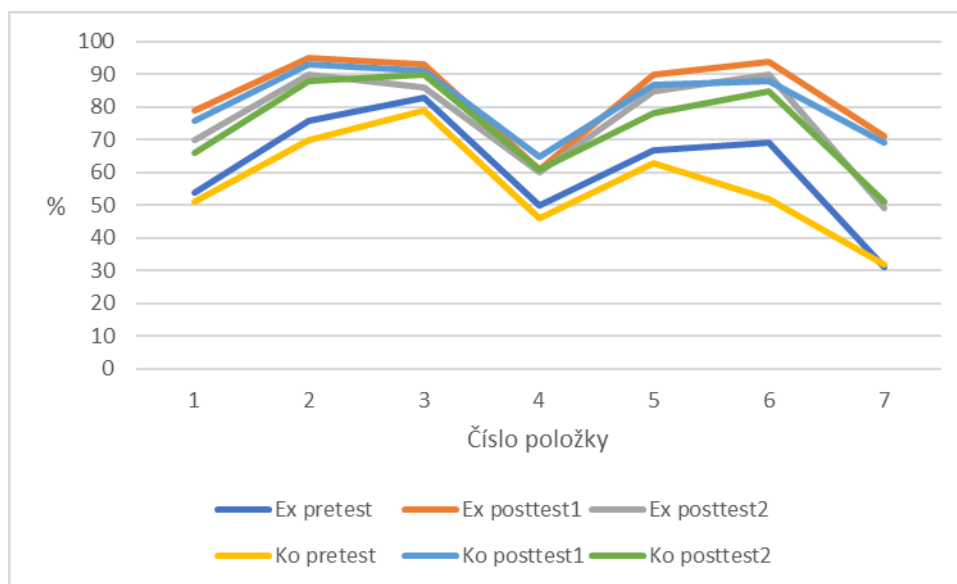
Obr. 37 Souhrnný graf průměrné procentuální úspěšnosti žáků experimentální skupiny a kontrolní skupiny v pretestu a posttestu 1, 2



Obr. 38 Souhrnný graf průměrné procentuální úspěšnosti žáků experimentální a kontrolní skupiny v jednotlivých položkách posttestu 1 a 2

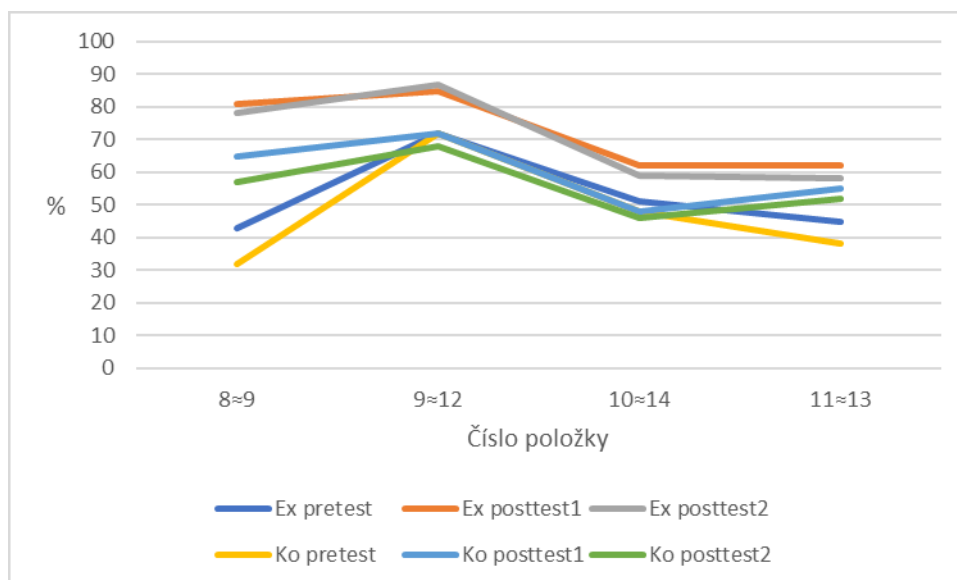


Obr. 39 Souhrnný graf průměrné procentuální úspěšnosti žáků experimentální a kontrolní skupiny ve znalostních úlohách pretestu i posttestu 1, 2



Poznámka: Srovnány byly všechny stejné znalostní úlohy v pretestu i posttestu 1, 2.

Obr. 40 Souhrnný graf průměrné procentuální úspěšnosti žáků experimentální a kontrolní skupiny ve vybraných dovednostních úlohách pretestu i posttestu 1, 2



Poznámka: Srovnány byly pouze vybrané dovednostní úlohy testující stejné dovednosti v pretestu i posttestu 1, 2 (tzn. úloze 8 v pretestu odpovídá úloha 9 v posttestu 1, 2; úloze 9 v pretestu odpovídá úloha 12 v posttestu 1, 2; úloze 10 v pretestu odpovídá úloha 14 v posttestu 1,2; úloze 11 v pretestu odpovídá úloha 13 v posttestu 1, 2)

4.4 Vyhodnocení dotazníků

Výsledky testování žáků byly doplněny měkkými daty získanými prostřednictvím žákovských a učitelských dotazníků. Položková analýza výsledků jednotlivých dotazníků byla zaměřena na následující kategorie:

- hodnocení zajímavosti a náročnosti jednotlivých badatelských aktivit,
- hodnocení testových úloh z hlediska zajímavosti, náročnosti a srozumitelnosti,
- řešení obdobných testových úloh v různých vyučovacích jednotkách,
- zkušenosti s realizací BOV v různých vyučovacích jednotkách.

Míra souhlasu respondentů byla převedena do podoby číselných kódů (skórů), a to 1 – zcela souhlasím, 2 – spíše souhlasím, 3 – spíše nesouhlasím, 4 – zcela nesouhlasím, 5 – nemohu posoudit.

Hodnocení badatelských aktivit

Jednotlivé badatelské aktivity hodnotili žáci a učitelé z pohledu sledovaných kategorií jako spíše zajímavé, avšak spíše náročné. U učitelů je však patrná tendence přisuzovat aktivitám menší míru obtížnosti než žáci (viz Tab. 39).

Tab. 39 Průměrné skóre hodnocení vybraných kategorií badatelských aktivit

Aktivita	Pohled			
	žáka		učitele	
	Sledované kategorie			
	zajímavost/náročnost	celkem	zajímavost/náročnost	celkem
Sůl nad zlato?	2,21/2,26	2,23	2,00/2,62	2,31
Vodní špeditéři	2,06/2,19	2,12	2,00/2,50	2,25
Čistička v lidském těle	2,11/2,01	2,06	2,00/2,50	2,25
Ledviny nejsou na všechno samy	2,18/2,21	2,19	2,00/2,50	2,25

Hodnocení testových úloh

Přestože žáci a učitelé hodnotili úlohy v jednotlivých didaktických testech spíše jako zajímavé a (relativně) srozumitelné, k jejich jednoduchosti se vyjádřili spíše negativně (viz Tab. 40). Z tabulky je dále patrná stabilita hodnocení mezi jednotlivými testy.

Tab. 40 Průměrné skóre hodnocení vybraných vlastností testových úloh

Vlastnosti testových úloh		Pohled žáka			Pohled učitele		
		Skupina			Skupina		
		Ex	Ko	Celkem	Ex	Ko	Celkem
Pretest	Zajímavé	1,93	2,13	2,03	1,62	2,00	1,81
	Jednoduché	2,82	3,02	2,92	2,50	2,62	2,56
	Srozumitelné	2,49	2,66	2,57	2,37	2,37	2,37
Posttest 1	Zajímavé	1,92	2,21	2,06	1,62	2,00	1,81
	Jednoduché	2,88	3,07	2,97	2,87	2,87	2,87
	Srozumitelné	2,44	2,69	2,56	2,37	2,37	2,37
Posttest 2	Zajímavé	1,94	2,23	2,08	1,75	2,00	1,87
	Jednoduché	2,92	3,11	3,01	2,87	2,87	2,87
	Srozumitelné	2,54	2,77	2,65	2,37	2,37	2,37

Užívání testových úloh ve vyučovacích jednotkách

Z tabulek průměrných skóre užívání jednotlivých testových úloh ve výuce je patrné, že žáci se s těmito úlohami v daných vyučovacích jednotkách spíše nesetkávají a ani jejich učitelé je do výuky příliš nezařazují (viz Tab. 41, 42, 43). U nabídky „jiné“ uváděli respondenti jako příklady exkurzi či terénní cvičení. Vyšší průměrné skóre u nabídky „seminář“ je dáno jednak nižším počtem žáků navštěvujících výběrový seminář z biologie, jednak spíše negativním vyjádřením těchto žáků ke sledované kategorii.

Tab. 41 Průměrné skóre užívání testových úloh pretestu ve vyučovacích jednotkách

Vyučovací jednotka	Pohled žáka			Pohled učitele		
	Skupina			Skupina		
	Ex	Ko	Celkem	Ex	Ko	Celkem
Vyučovací hodina	2,94	3,13	3,04	2,87	3,00	2,94
Praktické cvičení	3,01	3,12	3,07	2,87	3,00	2,94
Seminář	4,48	4,66	4,57	3,25	3,25	3,25
Jiné (doplňte)	3,66	3,65	3,65	3,25	3,25	3,25

Tab. 42 Průměrné skóre užívání testových úloh posttestu 1 ve vyučovacích jednotkách

Vyučovací jednotka	Pohled žáka			Pohled učitele		
	Skupina			Skupina		
	Ex	Ko	Celkem	Ex	Ko	Celkem
Vyučovací hodina	2,96	3,11	3,04	2,87	3,00	2,94
Praktické cvičení	3,01	3,19	3,1	2,87	3,00	2,94
Seminář	4,48	4,67	4,58	3,25	3,25	3,25
Jiné (doplňte)	3,61	3,56	3,59	3,25	3,25	3,25

Tab. 43 Průměrné skóre užívání testových úloh posttestu 2 ve vyučovacích jednotkách

Vyučovací jednotka	Pohled žáka			Pohled učitele		
	Skupina			Skupina		
	Ex	Ko	Celkem	Ex	Ko	Celkem
Vyučovací hodina	2,99	3,12	3,06	2,87	3,00	2,94
Praktické cvičení	3,02	3,13	3,08	2,87	3,00	2,94
Seminář	4,48	4,66	4,57	3,25	3,25	3,25
Jiné (doplňte)	3,62	3,59	3,61	3,25	3,25	3,25

Zkušenosti s realizací BOV ve vyučovacích jednotkách

Z tabulky průměrných skóre realizace BOV v jednotlivých vyučovacích jednotkách je patrné, že žáci se s touto vyučovací metodou ve výuce příliš nesebkávají. Pokud se už rozhodnout učitelé zařadit badatelský přístup do výuky, pak spíše v rámci praktických cvičení (viz Tab. 44). U nabídky „jiné“ uváděli respondenti jako příklady exkurzi, terénní cvičení, popř. mimoškolní zájmovou činnost. Vyšší průměrné skóre u nabídky „seminář“ je opět dáno jednak nižším počtem žáků navštěvujících výběrový seminář z biologie, jednak spíše negativním vyjádřením těchto žáků ke sledované kategorii.

Tab. 44 Průměrné skóre realizace BOV ve vyučovacích jednotkách

Vyučovací jednotka	Pohled žáka			Pohled učitele		
	Skupina			Skupina		
	Ex	Ko	Celkem	Ex	Ko	Celkem
Vyučovací hodina	2,92	3,14	3,03	3,25	3,25	3,25
Praktické cvičení	2,86	3,08	2,97	2,62	2,87	2,74
Seminář	3,61	3,74	3,67	3,25	3,12	3,18
Jiné (doplňte)	3,42	3,32	3,37	3,25	3,25	3,25

5. DISKUSE

Hlavním cílem disertační práce bylo porovnat efektivitu badatelsky vedené a klasicky vedené výuky na příkladu tematického celku vylučování člověka u žáků vyššího gymnázia. Prvním nezbytným krokem pro jeho splnění bylo provedení obsahové analýzy tématu ve vybraných současně platných kurikulárních dokumentech pro gymnaziální vzdělávání a kvalitativně porovnat jeho zpracování z hlediska požadavků badatelského přístupu.

5.1 Obsahová analýza kurikulárních dokumentů

Při hodnocení zpracovávaného biologického tématu v učebnicích a RVP byla zvolena relační obsahová analýza, kterou doporučuje také Dvořáková (2010), jež zohledňuje nejen vyhledávání a popis výskytu určitého znaku, ale i jeho vztah k částem textu. Tento základní soubor byl z důvodu obsáhlosti a obtížné postižitelnosti zmenšen na výběrový soubor, jak navrhuje Gavora (2010). Z pohledu provedené analýzy byla za nejvhodnější označena učebnice *Biologie člověka* (Kočárek, 2010) s praktickým doplňkem, neboť studijní text zde obsahuje pasáže rozvíjející danou problematiku v širších souvislostech, tedy respektuje požadavek multidisciplinarity a interdisciplinarity. Tento výukový materiál též obsahoval nejlépe formulované problémové úlohy ze všech analyzovaných učebnic. Uvedené úlohy motivují žáka k opakování předchozího učiva, k úvahám, popř. diskuzi o probírané problematice i k dalšímu studiu. Výukový text neobsahuje přesný postup, kterým by se žáci měli řídit, pouze navrhuje možné kroky šetření. Tímto se na žáky klade samostatnost, a úloha se může přiblížit podobě badatelského přístupu, kdy žáci předpokládají určitý výsledek a plánují šetření, tak jak to navrhuje Apedoe, Reeves (2006). Dále jsou v úloze uvedeny dílčí otázky, které mohou vést k dalšímu šetření a zjišťování informací, při kterém by žáci měli sami přijít na to, jaké údaje budou právě potřebovat a hledat návrhy na postupy, tak jak doporučuje Papáček (2010a). Ostatní analyzované učebnice svým pojetím (obsahovým i metodologickým) nijak nekorespondují se zásadami badatelského přístupu a nepomáhají tak rozvíjet u žáků tolik žádané a ceněné kognitivní dovednosti vyššího řádu, jak je doporučováno v požadavcích vzdělávacích oblastí *Člověk a příroda*, *Člověk a zdraví* obsažených v *Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia (RVP G)* (viz VÚP, 2007). Na nedostatečně věnovanou pozornost dovednostem rozvíjejícím vědecké myšlení v českých učebnicích přírodních věd obecně upozorňují též ve své

studii i Hejnová, Hejna (2016). Jako důvod uvádějí skutečnost, že se autoři učebnic často domnívají, že žáci si tyto dovednosti osvojili již dříve anebo si je osvojí sami během školního vzdělávání. Často tomu ale tak není, a proto by bylo dobré věnovat nácviku těchto dovedností dostatečnou pozornost nejen v úvodních hodinách přírodovědných předmětů, nýbrž i v průběhu dalšího přírodovědného vzdělávání na všech stupních škol. Hodnocením učebnic přírodopisu pro základní školy a nižší gymnázia, avšak z hlediska obtížnosti a metodiky jejich hodnocení, se u nás dlouhodobě systematicky zabývá Hrabí (2007, 2008), případně Jůvová (2006). Výskyt obdobných výzkumů učebnic biologie pro vyšší gymnázia je však prakticky nulový, na což poukazuje i Hrabí (2008).

Jako další slabina v širší implementaci badatelského přístupu se jeví nejasná specifikace na výkony žáků v biologii, prezentované formou očekávaných výstupů v RVP G, na kterou upozorňují i Pokorná a Čížková (2012). Podle Papáčka et al. (2015) či Hejnové, Hejny (2016) sice takovéto pojetí přírodovědného vzdělávání teoreticky umožňuje učitelům ve větší míře využít náročnější metody práce i nové zdroje a způsoby poznávání, ale zda tomu tak ve skutečnosti je, zůstává otázkou.

5.2 Aktivity pro badatelsky vedenou výuku

Cílem bylo vytvořit soubor aktivit, které jsou zaměřené na porozumění vědeckým postupům a získávání nových vědomostí a dovedností žáků s důrazem na funkční využívání přírodovědných vědomostí a dovedností a nikoli pouze na memorování přírodovědného učiva daného školními osnovami a také na využívání kognitivních postupů vyšší úrovně, podobně jako je tomu u úloh projektu OECD/PISA (viz např. OECD, 1999; Palečková, Mandíková, 2003; Frýzková, Palečková, 2007; Mandíková, Houfková et al., 2012). Dále byla pozornost věnována tomu, aby jednotlivé aktivity obsahovaly prvky vycházející z různých vzdělávacích oblastí a též pomohly rozvinout klíčové kompetence vymezené v RVP G, viz VÚP (2007). Vytvořené aktivity usilují o rozvoj především vyšší úrovně bádání, tzn. řízené, nasměrované a otevřené bádání, které je potřeba se žáky postupně nacvičovat, jak také doporučují Kireš et al. (2016), Wenning (2005, 2010), Činčera (2013).

Tématem materiálů je komplexní pohled na úlohu vody v procesu vylučování odpadních látek ve vztahu k člověku. Tomuto tématu zatím nebylo v badatelských projektech věnováno mnoho pozornosti. Projekty a práce jiných autorů nejsou vztaženy

přímo k člověku, ale přináší pohled na vodu buď spíše z hlediska biologického (Heflich et al., 2001), chemického (Comeaux, Huber, 2001; Marx et al., 2004; Wu, Krajcik, 2006) či fyzikálního (Huber, Moore, 2001; Prince, Vigeant, 2006; Jarvis, 2008).

Tvorba badatelských aktivit je náročná jak na kreativitu tvůrce, tak především na čas potřebný k vypracování kvalitních badatelských aktivit. Faktor času ale hraje také významnou roli při realizaci těchto aktivit v samotné výuce. Tato skutečnost musela být zohledněna už při plánování délky výuky pro experimentální a kontrolní skupinu. Jestliže měl být odučen stejný obsah učiva, musel být dán odpovídající časový prostor na jeho zvládnutí badatelským přístupem. To byl důvod, proč délka badatelské výuky byla stanovena na šest vyučovacích hodin, zatímco pro realizaci klasicky vedené výuky postačovaly čtyři vyučovací hodiny. Je možné říci, že tato skutečnost už v počátku experimentu v jistém směru ovlivňovala pohled na využití badatelské metody. Bez přistoupení k této časové disproporcii by však nebylo možné experiment realizovat v plánovaném rozsahu.

5.3 Tvorba výzkumného nástroje a testování žáků

Dalším cílem práce bylo provést testové šetření zjišťující vstupní a výstupní úroveň osvojení vybraných biologických vědomostí a dovedností žáků 3. ročníků gymnázií a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií v závislosti na použité metodě výuky. Data získaná testovým šetřením byla doplněna o „měkká“ data z dotazníků pro žáky a jejich učitele, podobně jako je tomu u testování OECD/PISA (viz Mandíková, 2007; Straková, 2016). Výběr věkové kategorie žáků byl limitován ročníkem, ve kterém se probírá učivo biologie člověka. Jelikož se jednalo o žáky takřka na samém konci gymnaziálního vzdělávání, a navíc o výběrové žáky, ukázalo se zajímavé porovnat jejich výsledky v testech v souvislosti nejen s pohlavím či známkou z biologie na vysvědčení, ale i s jejich subjektivně přiznaným hlubším zájmem o biologii, předpokládanou maturitou z biologie nebo uvažováním dalšího studia biologie na vysoké škole. Jako přínosné se jevílo také srovnat jejich dosažené výsledky s výsledky žáků účastnících se obdobně zaměřených projektů zjišťujících funkční využívání přírodovědné gramotnosti, tedy projektů OECD/PISA a IEA/TIMSS (viz např. Straková, 2015; Straková, 2016; Straková et al., 2002; Palečková, Tomášek, 2001).

Rozložení žáků na jednotlivých gymnáziích podle skupin nebylo zcela vyrovnané. Ve všech třech testováních mírně převládali žáci z experimentální skupiny (Ex/Ko = 214/177, 210/193, 219/193). Taktéž se lišilo i genderové rozložení žáků, a to ve prospěch děvčat (děvčata/chlapci = 207/184, 219/184, 221/191). Složení vzorku však koresponduje s daty ČSÚ o zastoupení žáků na jednotlivých typech a druzích škol dle pohlaví ze školních let 2012/2013 a 2013/2014 (viz www.czso.cz) (odkaz 2), ve kterých testování žáků probíhalo. Ve vzorku sledovaných žáků převládali žáci z víceletých větví gymnázií se všeobecným zaměřením, což bylo dáno jednak dostupností škol a jejich ochotou spolupracovat na výzkumu, jednak jejich převahou nejen v rámci gymnázií v Praze (viz www.atlasskolstvi.cz) (odkaz 3), ale i v celém Česku, což dokládají opět data ČSÚ o zastoupení žáků na jednotlivých typech a druzích škol za sledované období (viz www.czso.cz) (odkaz 2).

Vytvořené didaktické testy byly podrobeny kontrolním procesům na několika úrovních. Konzultace s odborníky se ukázala jako velmi užitečná (což ostatně ve své studii doporučují i Reeves, Marbach-Ad, 2016) a na jejím základě došlo k úpravám v testech. Kvantitativní analýza výsledků testování žáků byla doplněna o podrobnou kvalitativní analýzu, při které byl za pomoci techniky konstantní komparace vytvořen kategorizovaný seznam kódů (viz Šeďová, 2007). Výsledky této analýzy odhalily mnohé nedostatky, kterých se žáci při řešení testů opakovaně dopouštěli.

5.4 Výzkumný nástroj

5.4.1 Didaktické testy

Jako jeden z výzkumných nástrojů byla použita sada didaktických testů – pretest, posttest 1, posttest 2. Před výukou byl zadán pretest, aby se zjistila počáteční úroveň obou skupin žáků. Velmi důležité bylo zvolit časový odstup mezi zadáním jednotlivých posttestů. V pracích jednotlivých autorů se však doba zadání prvního posttestu značně liší, viz např. Prokop, Tuncer, Kvasničák (2007) 3-4 dny po výuce, Vácha, Ditrich (2016) týden po skončení výuky, zatímco Blanchard et al. (2010), Santau, Maerten-Rivera, Huggins (2011) bezprostředně po skončení výuky. Posttest 1 byl tedy zadán v nejbližší nadcházející vyučovací hodině, což bylo vzhledem k možnostem vyučujících 1-2 týdny po výuce. Větší problém byl s rozhodnutím, kdy zadat posttest 2 zkoumající dlouhodobý efekt badatelsky vedené výuky, jelikož studií zabývajících se danou problematikou není mnoho. Posttest 2 byl nakonec zadán po 6

měsících od skončení výuky, což je téměř ve shodě s prací Bognera (1998). Obdobné schéma zadávání pretestu a posttestů bylo využito také u porovnávání efektivity problémově a klasicky vedené výuky u žáků nižšího (viz Radvanová, 2009) a vyššího gymnázia (viz Vošmerová, 2010). Naopak Blanchard et al. (2010) zadávali druhý posttest už po 1 měsíci, což se jeví pro sledování dlouhodobého efektu příliš brzy. Dosud však nebyla, jak uvádí Sternberg (2002), výzkumně potvrzena maximální délka přetrvání informace v dlouhodobé paměti a ani optimální doba pro zadávání retenčního testu.

Pro zjišťování efektivity výuky dvěma různými metodami je dále důležité, jakým způsobem je rozdíl ve výkonu žáků experimentální a kontrolní skupiny posuzován. Někteří autoři totiž považují za důkaz efektivnějšího způsobu výuky už jen to, dojde-li ke zlepšení výkonu žáků mezi pretestem a posttestem (viz např. DiEnno, Hilton, 2005). Práce autorů však neuvažuje skutečnost, při níž sice dochází k výraznému zlepšení mezi jednotlivými testy jen u žáků experimentální skupiny (a proto je použitá výuková metoda vnímána jako efektivnější), ovšem celkové skóre v posttestu může být také vyšší u žáků kontrolní skupiny. Otázkou pak zůstává, která metoda výuky je skutečně efektivnější. Z tohoto důvodu je důležité se zaměřit nejen na zlepšení či zhoršení výkonu žáků jednotlivých skupin, ale také srovnat výsledky vždy jednoho konkrétního testu mezi oběma skupinami (viz např. Prokop, Kvasničák, Pištová, 2006; Prokop, Tuncer, Kvasničák, 2007), nebo dokonce porovnat skupiny co do rozdílu mezi pretestem a posttestem, jak bylo provedeno v této práci.

Jelikož je doporučováno, aby výuka biologie také simulovala metody vědecké práce, bylo cílem testových jednotek ověřit nejenom znalosti žáků o učivu tematického celku vylučování člověka, ale též úroveň osvojení si vybraných badatelských dovedností. Test proto obsahoval kromě znalostních otázek též úlohy typu PISA, které byly zaměřeny na vyšší intelektuální dovednosti. Při řešení jednotlivých typů testových otázek musel žák prokázat určitý stupeň zvládnutí jednotlivých dimenzí kognitivních procesů podle revidované Bloomovy taxonomie, tak jak ji uvádí Byčkovský a Kotásek (2004), včetně stupňů nejvyšších, což ve své studii doporučují i Zheng et al. (2008), Krykorková (2004, 2008) či ČŠI (2015). Podle Zhenga et al. (2008) je totiž zapotřebí pro posouzení úrovně výuky na školách vytvářet více testových úloh zaměřených na testování vyšších úrovní Bloomovy taxonomie (tedy vyšší úroveň myšlení), což bylo v použitých testech zohledněno. Ne vždy však bylo možné jednoznačně zařadit testovou

úlohu do určité taxonomické úrovně. Jak ve své studii uvádí Krykorková (2008), hranice mezi úrovněmi není ostrá a může být mezi nimi určitý přesah, tj. činnosti vyšší úrovně mohou být zjednodušeny a v této podobě je pak lze rozvíjet i na nižší úrovni. Dále je potřeba si uvědomit, že pro osvojování vyšší úrovně myšlení (vědeckého myšlení) je většinou zapotřebí osvojení nižší dovednosti, která je předpokladem k osvojení vyšší dovednosti, což potvrzuje i Hejnová, Hejna (2016).

Didaktické testy měly vždy stejnou formu, aby bylo možné porovnávat výkony žáků jednotlivých skupin před a po didaktickém zásahu. Podoba i počet znalostních úloh byla neměnná. Jinak tomu bylo ovšem u úloh dovednostních, jejichž počet byl u obou posttestů navýšen a zadání přeformulována z důvodu měření efektu BOV na stupeň zvládnutí jednotlivých kognitivních dovedností žáky. Pro členění dovedností u činnostních (badatelských) úloh se jevílo vhodné použít strukturaci dovedností podle Řezníčkové et al. (2013), která odpovídá vymezení badatelského přístupu (cyklu) a dovednostní otázky použité během testování byly rozděleny do čtyř kategorií, zatímco otázky použité např. během testování PISA byly rozděleny do pěti okruhů: 1) rozpoznání otázek, které je možno zodpovědět prostřednictvím vědeckého zkoumání, 2) určení důkazů nezbytných pro vyvozování závěrů, 3) vyvozování závěrů z předložených poznatků a jejich posouzení, 4) formulace závěrů a jejich srozumitelné vyjádření a 5) porozumění přírodovědným pojmům a poznatkům (Mandíková, Palečková, 2003; Straková, 2015). Naopak testování TIMSS rozděluje úlohy používané pro měření přírodovědné gramotnosti do tří oblastí: 1) prokazování znalostí, 2) používání znalostí a 3) uvažování (Mullis et al., 2003; Straková, 2015). Různí autoři se tedy ve vymezení jednotlivých kroků bádání liší (viz Bybee et al., 2006; Eisenkraft, 2003; Fradd et al., 2001; Wenning, 2007; Van den Berg, 2013; Ješková et al., 2016).

5.4.1.1 Kvantitativní analýza výsledků v didaktických testech

Úspěšnost žáků v didaktických testech

Celková úspěšnost řešení testů, tj. pretestu, posttestu 1, posttestu 2, u experimentální a kontrolní skupiny dohromady nepřesáhla u všech žáků hranici požadované úrovně osvojení si učiva – 60 %, kterou doporučují Hrabal, Lustigová, Valentová (1994), Slavík (1999). V pretestu tuto hranici překročilo 49 % žáků, v posttestu 1 79 % žáků a v posttestu 2 potom 73 % žáků. Relativně nízká úspěšnost žáků v pretestu může být dána jednak přítomností dovednostních otázek, s jejichž řešením

mají žáci nedostatečné zkušenosti, a dále pak zastoupením vyššího počtu znalostních úloh vyžadujících na žákovi vybavení si konkrétního poznatku, odborného pojmu. Na celkově nízkou úspěšnost žáků gymnázií v testu přírodovědných dovedností upozorňují i Ješková et al. (2016). Vyšší úspěšnost žáků v posttestu 1 může být ovlivněna jeho zadáním v nejbližší nadcházející vyučovací hodině po probrání daného tematického celku, a tudíž žáci disponovali vyšší úrovní osvojených vědomostí než před zahájením experimentu. Navíc již některé stejné či typově podobné úlohy obsažené v obou posttestech řešili žáci v rámci pretestu, takže měli možnost o nich více přemýšlet. U posttestu 2 nehrál faktor zapomínání, podobně jako v práci Vošmerové (2010), tak důležitou roli, jako tomu bylo ve výzkumu u žáků nižšího gymnázia u Radvanové (2009), ve kterém tito žáci řešili s mnohem většími obtížemi posttest 2 vzhledem k posttestu 1.

Pokud porovnáme úspěšnost žáků v testech, tj. pretestu, posttestu 1, posttestu 2, u experimentální a kontrolní skupiny, jsou výsledky v pretestu pro experimentální skupinu 51 %, pro skupinu kontrolní 46 %. V obou posttestech však dosahovala výrazně lepších výsledků experimentální skupina (86 % v posttestu 1, 81 % v posttestu 2) oproti skupině kontrolní (71 % v posttestu 1, 64 % v posttestu 2). Zde mohl sehrát roli faktor použité výukové metody. Jelikož v obou posttestech mírně převažovaly dovednostní úlohy zaměřené na funkční využívání přírodovědné gramotnosti, je pochopitelné, že si žáci vyučování badatelsky vedli poněkud lépe při řešení těchto úloh než jejich kolegové vyučování klasickou metodou. Výsledky tak korespondují s tvrzením Nezvalové et al. (2010), že zavádění prvků BOV do výuky má prokazatelně pozitivní účinky na osvojování si nových pojmů. Dále tato zjištění podporují závěry studií autorů Sproken-Smith (2012), Stuchlíková (2010), které uvádí pozitivní vliv BOV i na trvalé uchování informací. Lze také souhlasit s názorem Andersona (2002) či Ladenthina (2003), kteří jsou přesvědčeni o pozitivní korelaci motivace vzhledem k dosahovaným výsledkům žáků, což BOV ze své podstaty umožňuje.

Úspěšnost v didaktických testech v závislosti na skupině

Pro posouzení úspěšnosti žáků v testech, tj. pretestu, posttestu 1, posttestu 2, v závislosti na příslušnosti k experimentální či kontrolní skupině byly hodnoceny zvlášť položky znalostní a položky dovednostní.

Žáci obou skupin řešili s menší než 50% úspěšností, která je považována za optimální (viz Chráska, 1999, 2007; Urbánek, Denglerová, Širůček, 2011), v pretestu úlohy zaměřené na dovednost formulovat a klást otázky, resp. vyhodnocovat výsledky a vytvářet závěry, kontrolní skupina navíc i na dovednost třídít a zpracovat informace. V obou posttestech řešila pouze kontrolní skupina s obtížemi vždy ty samé úlohy zaměřené na dovednost formulovat a klást otázky, třídít a zpracovat informace a dále pak vyhodnocovat informace a vytvářet závěry. Nejlépe řešili žáci obou skupin úlohy testující dovednost získávat a zaznamenávat informace. Je zajímavé, že ačkoliv žáci obou skupin (i jejich učitelé) v dotaznících uvedli, že se s obdobnými úlohami ve výuce příliš neseťkávají, procentuální úspěšnost v jednotlivých testových úlohách napovídá zlepšení v řešení dovednostních úloh ve prospěch skupiny experimentální. Lze tedy souhlasit s tvrzením autorů Hugerat, Kortam (2014), Gibson, Chase (2002), Blanchard, Southerland, Granger (2009), Uitto, Kärnä (2014), Akcay, Yager (2016), že badatelská metoda má pozitivní vliv na rozvoj kognitivních dovedností vyššího řádu u žáků. Také výsledky výzkumu zaměřeného na stupeň osvojení biologických dovedností u žáků základních škol a gymnázií v publikaci Řezníčkové et al. (2013) dokládají, že žáci základních škol dosahují nejhorších výsledků u dovedností kladení otázek. Nejlépe tito žáci řešili též úlohy zaměřené na dovednost shromažďovat a třídít informace. Také žáci nižších gymnázií řešili nejhůře otázku zaměřenou na kladení otázek, stejně jako jejich kolegové z vyššího gymnázia. Ostatní úlohy však řešili žáci vyššího gymnázia s vysokou úspěšností. Naopak žáci nižšího gymnázia řešili nejlépe úlohy zaměřené na shromažďování informací a jejich třídění, což je ve shodě s dosaženými výsledky této práce. Ješková et al. (2016) u žáků gymnázií zjistili vyšší úspěšnost (okolo 30 %) v úlohách na plánování postupu experimentu a identifikaci proměnných a dále pak na určování vztahů mezi proměnnými na základě údajů v tabulce. Výrazně nízkou úspěšnost (7,6 %) dosáhli žáci v úloze na uplatnění argumentačních dovedností. Tato zjištění tedy opět potvrzují výše uvedené závěry vyplývající z provedeného testování žáků. Žáci základních škol ve výzkumu Malčíka, Hudce, Rangla (2013) s obtížemi řešili úlohu na orientaci v odborných pojmech a následnou práci s nimi. Naopak nejlépe tito žáci řešili úlohu testující dovednost vysvětlit podstatu procesů, jevů a vztahů. Jejich zjištění tedy přímo nekorespondují s výsledky této práce.

Výsledky této práce lze také srovnat s výsledky žáků testovaných ve výzkumu PISA, kdy českým žákům dělaly problémy úlohy zaměřené především na rozpoznání

přírodovědných otázek, které lze vědecky zodpovědět, a otázky zaměřené na používání vědeckých důkazů, tak jak uvádí Mandíková, Palečková 2003; Palečková et al., 2007; Mandíková, Houfková et al., 2012; Blažek, Příhodová, 2016. Též z výsledků řešení přírodovědných úloh ve výzkumech TIMSS českými žáky je patrná tradičně nejvyšší úspěšnost v úlohách zaměřených na prokazování a používání znalostí, naopak největší problémy mají tito žáci opět při řešení úloh na uvažování (viz ČŠI, 2013; Tomášek, Basl, Janoušková, 2016; EACEA/Eurydice, 2011). Obtíže mají žáci zejména v prokazování dovedností správně argumentovat a dostatečně vysvětlit a zdůvodnit svá tvrzení (viz ČŠI, 2013). Závěry získané na základě proběhlých mezinárodních šetření tedy rovněž podporují výsledky této práce. Zjištěná skutečnost by mohla souviset s malým zastoupením experimentální práce ve výuce na našich školách, což opět dokládají data z šetření PISA a TIMSS (viz Straková, 2010) či závěry studie Ješkové et al. (2016).

5.4.1.2 Kvalitativní analýza výsledků v didaktických testech

Vytvořené didaktické testy obsahují kromě uzavřených a polouzavřených úloh také úlohy otevřené, které vyžadují na žákovi tvorbu vlastní odpovědi. Tento typ úloh v testech převládá. Lze předpokládat, že jejich vypovídací hodnota o žákových znalostech, dovednostech a způsobu uvažování je natolik veliká, že překoná i obtíže s jejich skórováním. Proto je možné se přiklonit k současnému celosvětovému trendu, kdy je v řadě mezinárodních výzkumů, např. PISA či TIMSS, stále častěji kladen důraz na používání více typů položek (otevřených, polouzavřených i uzavřených) v rámci jednoho testu, viz např. Mandíková, Houfková et al. (2012), NÚV, VÚP (2011), Frýzková, Palečková (2007), Palečková, Mandíková (2003), Janoušková, Tomášek et al. (2013), ÚIV (2001). Předností střídání různých typů úloh v testech je jednak pozitivní působení na žákovu pozornost (střídá činnosti), dále pak zvyšování jeho motivace (není-li úspěšný v jedné úloze, může uspět v jiné) a neméně důležité je rovněž používání náročnějších myšlenkových operací. Nevýhodou zvláště otevřených položek je jejich hodnocení, neboť sem vstupuje prvek subjektivity hodnotitele. To je hlavní důvod, proč nejsou otevřené položky mezi učiteli oblíbené. Lze proto souhlasit s názorem Schindlera et al. (2006), kteří uvádějí jako možné východisko pro zvýšení jejich popularity potřebu vypracování přesných hodnotících kritérií. Proto byl sestaven ke každému testu vyhodnocovací klíč. Při rozboru odpovědí žáků bylo přesto nutné rozšířit autorské řešení. Aby se předešlo nejasnostem při skórování odpovědí žáků,

všechny testy vyhodnocovala vždy jen jedna osoba. Práce s uzavřenými či polouzavřenými položkami má však také svá úskalí, a to zejména časovou náročnost jejich přípravy. Je totiž nezbytné vytvořit nejenom zadání položky, ale také odpovídající nabízené alternativy, o jejichž vyloučení musí žák uvažovat.

Porovnáním úspěšnosti řešení uzavřených, polouzavřených a otevřených testových položek lze dospět k závěru, že hlavním faktorem úspěchu zde není typ úlohy, ale její zaměření na testování určitého stupně úrovně myšlení. Proto je možné se přiklonit k názoru Zhenga et al. (2008), že je potřeba pro různé typy zkoušek vytvářet rozdílné typy úloh, zejména úlohy typu multiple-choice, které testují též vyšší úrovně myšlení žáků. Nelze ovšem vyloučit, že otevřené, popř. polouzavřené položky, ve kterých musí žáci uvést svou vlastní myšlenku, jsou pro ně daleko obtížnější. Na toto zjištění poukazuje zejména nedostatečná vyjadřovací schopnost a nepřesná formulace odpovědí žáků, která se v realizovaném výzkumu potvrdila. Navíc žáci mnohdy ani nepovažují za potřebné svoje odpovědi a řešení zdůvodňovat, nejsou k tomu dostatečně vedeni. Tato zjištění také odpovídají výsledkům studií z mezinárodních výzkumů (např. PISA či TIMSS), do kterých se Česká republika zapojila, viz Straková et al. (2002) či studie Ješkové et al. (2016). Budou-li se ale žáci s podobnými typy úloh setkávat, lze doufat, že si tyto komunikační dovednosti potřebné v běžném životě brzy osvojí. Ostatně i to je jeden z cílů, který by tyto úlohy měly plnit.

Vyhodnocování nesprávných odpovědí žáků odhalilo skutečnost, že jsou žáci často při čtení otázek velmi nepozorní. Buď si nepřečtou celé zadání, anebo si ho přečtou špatně. Děvčata byla ve čtení otázek poněkud zdatnější než chlapci, což podporuje závěry studie z výzkumů PISA a TIMSS z oblasti čtenářské gramotnosti, viz např. Straková et al. (2002), Blažek, Příhodová (2016), Palečková, Tomášek et al. (2013), ČŠI (2013). Žáci si také řešení otázky zjednodušovali, např. místo toho, aby psali souvislá větná zdůvodnění, vyjadřovali se pouze v pojmech či jednoduchých větách. Taková odpověď však nemá velkou vypovídací hodnotu o znalosti řešené problematiky žákem, proto na ni při bodovém hodnocení nebyl brán zřetel. Kategorie částečně správných odpovědí, kterou lze najít například při testování PISA či TIMSS (viz Palečková, Mandíková, 2003; Palečková, Tomášek, 2001), tedy zaváděna nebyla.

5.4.2 Dotazníky

Druhým výzkumným nástrojem byly dotazníky pro žáky i učitele, které byly součástí didaktických testů, popř. byly zadány po skončení didaktického experimentu. Dotazníky jak pro žáky, tak pro učitele byly konstruovány po vzoru dotazníků z výzkumů OECD/PISA tak, aby bylo možné propojit a porovnat nejen výsledky testů s odpověďmi žáků v dotaznících, ale i s odpověďmi jejich učitelů. Tímto bylo možné statistická data získaná testováním žáků doplnit a „změkčit“. Žáci i učitelé hodnotili didaktické testy, badatelskou výuku, popř. badatelské aktivity pomocí škálových položek (Lickertova typu), kdy na výběr měli ze čtyř předložených úrovní. Pět úrovní na škále nebylo zvoleno z důvodu časté inklinace respondentů k neutrální hodnotě, čemuž byla snaha se vyhnout. Jelikož ne všichni žáci či učitelé měli možnost se vyjádřit ke všem položkám dotazníků, byla tato skutečnost vyřešena přidáním úrovně „nemohu posoudit“. Konzultace s odborníky se opět ukázala jako velmi užitečná (což ostatně ve svých studiích doporučují i Chráska, 2007 či Gavora, 2010) a na jejím základě došlo též k úpravám v dotaznících. Reliabilita dotazníků nebyla kvůli vnitřní nekonzistenci otázek měřena pomocí Cronbachova alfa (jako u výzkumu Řezníčkové et al., 2013), ale na základě shody mezi posuzovateli téhož výsledku za použití korelačního koeficientu, tak jak doporučují Urbánek, Denglerová, Širůček (2011). Podle autorů bývá hodnota korelačního koeficientu od 0,5 považována za vysokou, což všechny dotazníky splňovaly. Velmi silná korelace průměrných odpovědí mezi žáky a odpovědi učitelů tak svědčí pro objektivitu posuzovatelů.

5.5 Testované hypotézy

Na základě výsledků žáků v jednotlivých didaktických testech, statistického zpracování a dotazníkového šetření byly formulovány následující závěry, které potvrzují či vyvrací platnost stanovených hypotéz.

1. hypotéza: Žáci experimentální i kontrolní skupiny dosahují v pretestu stejných výsledků.

Hypotéza nebyla zamítnuta. Splnění tohoto předpokladu bylo velice významné pro zdárný průběh celého experimentu. Protože se didaktického experimentu zúčastnili žáci sedmi gymnázií různého typu a zaměření, bylo důležité, aby se vstupní vědomosti žáků experimentální i kontrolní skupiny významně nelišily. Tento předpoklad byl splněn i

v obdobném experimentu u žáků nižšího (viz Radvanová, 2009) a vyššího gymnázia (viz Vošmerová, 2010).

2. hypotéza: Žáci experimentální skupiny vykazují v posttestu 1 lepších výsledků než žáci kontrolní skupiny v témže posttestu.

Hypotéza byla potvrzena. Žáci experimentální skupiny dosáhli v průměru vyššího skóre v posttestu 1 než žáci kontrolní skupiny, přičemž tento rozdíl byl statisticky významný. Procentuální úspěšnost v jednotlivých testových úlohách napovídá, že experimentální skupina s větším úspěchem řešila úlohy dovednostní zaměřené na testování vyšších kognitivních úrovní. Úspěšnost obou skupin v úlohách znalostních, které vyžadují pouhé vybavení si určitého faktu, byla přibližně stejná. K obdobným výsledkům svědčícím pro efektivitu badatelské metody též dospěli ve své práci i např. Vácha, Ditrich (2016), Ryplová, Reháková (2011), Santau, Maerten-Rivera, Huggins (2011), Blanchard et al. (2010). Lze tedy souhlasit s přínosem BOV především v oblasti rozvoje dovedností, myšlení, kreativity a schopnosti řešení problémů (viz např. Hugerat, Kortam, 2014; Kireš et al., 2016; Čížková, Čtrnáctová, 2016; Papáček 2010a; Dostál, 2015a,b; Cincera, 2014). Naopak McConney et al. (2014) nepotvrdili pozitivní efekt BOV na rozvoj přírodovědné gramotnosti žáků. Jako možný důvod pak uvádí Kirschner, Sweller, Clark (2006), Klahr, Nigam (2004) či Moreno (2004) neefektivnost a přílišnou abstraktnost nedirektivních přístupů ve vyučování (např. BOV).

3. hypotéza: Žáci experimentální skupiny vykazují v posttestu 2 lepších výsledků než žáci kontrolní skupiny v témže posttestu.

Hypotéza byla potvrzena. Žáci experimentální skupiny dosáhli v průměru vyššího skóre v posttestu 2 než žáci kontrolní skupiny, přičemž tento rozdíl byl statisticky významný. Procentuální úspěšnost v jednotlivých testových úlohách napovídá, že experimentální skupina s větším úspěchem řešila úlohy dovednostní zaměřené na testování vyšších kognitivních úrovní. Úspěšnost obou skupin v úlohách znalostních, které vyžadují pouhé vybavení si určitého faktu, byla zase přibližně stejná. Na základě tohoto zjištění tedy lze usuzovat na vhodnost badatelské metody pro trvalejší uchování získaných poznatků žáky, k čemuž dospěli ve své práci i Blanchard et al. (2010). Naopak v experimentu Radvanové (2009) a Vošmerové (2010) tato domněnka potvrzena nebyla.

4. hypotéza: Žáci experimentální i kontrolní skupiny vykazují lepších výsledků v posttestu 1 než v posttestu 2.

Hypotéza byla potvrzena. Obě skupiny žáků se signifikantně zhoršily v posttestu 2 oproti posttestu 1, přičemž o něco vyšší zhoršení bylo u kontrolní skupiny. Rozdíl však těsně nebyl statisticky významný. Nutno je však podotknout, že experimentální skupina vykázala menší zhoršení mezi jednotlivými testy. Rozdíl mezi skupinami testovaný pomocí t-testu sice těsně nebyl statisticky významný, výsledky komplexnějšího regresního modelu ale naznačují signifikantní interakci mezi skupinou a testem. Kontrolní skupina se zhoršuje mezi posttestem 1 a 2 signifikantně více než skupina experimentální. U experimentální skupiny tedy dochází k menšímu zhoršení, což lze vnímat jako důkaz, že badatelsky orientovaná výuka funguje lépe než klasická výuka. Při bližším pohledu samostatně na dílčí skóre za znalostní položky a za položky dovednostní lze z regresního modelu dále usoudit, že v míře zhoršení u znalostních položek není u posttestu 2 mezi oběma skupinami rozdíl. Naopak v řešení dovednostních položek vykazuje experimentální skupina menší zhoršení nežli skupina kontrolní.

Poznámka: Výsledky tohoto modelu v této práci prezentovány nejsou.

Popisné statistiky naznačují celkově klesající tendenci procentuální úspěšnosti žáků v řešení posttestu 2 nežli v posttestu 1. Tento pokles úspěšnosti je do značné míry ovlivněn projevujícím se faktorem zapomínání během zadávání posttestu 2 po delší časové prodlevě, což je dáno zvoleným časovým rámcem experimentu. Dalším faktorem může být skutečnost, že se žáci po napsání posttestu 1 nedozvěděli správné odpovědi, a tudíž neměli zpětnou vazbu, ze které by se mohli ponaučit. Ačkoliv byl posttest 2 totožný s prvním posttestem, největší problém dělalo obecně žákům odpovídat na testové položky zkoumající pouhé zapamatování a vybavování faktů. Lze tedy usuzovat, že otázky zaměřené spíše na myšlení a aplikační otázky jsou vhodnější pro dlouhodobé osvojení, nežli otázky založené na vybavování konkrétních pojmů a faktů. K těmto zjištěním dospěly i Radvanová (2009) a Vošmerová (2010).

5. hypotéza: Žáci experimentální i kontrolní skupiny vykazují lepších výsledků v posttestu 1 než v pretestu.

Hypotéza byla potvrzena. Jelikož se obě skupiny žáků signifikantně zlepšily mezi pretestem a posttestem 1, je toto zjištění v souladu s první hypotézou, tedy že se vstupní vědomosti žáků významně nelišily. Navíc se předpokládalo, že žáci disponují hlubšími

vědomostmi po probrání příslušného učiva nežli před samotnou výukou, což je v souladu s výsledky studií autorů např. Vošmerová (2010), Vácha, Ditrich (2016), Blanchard et al. (2010), Santau, Maerten-Rivera, Huggins (2011).

Nutno je však podotknout, že experimentální skupina vykázala větší zlepšení mezi jednotlivými testy. Rozdíl mezi skupinami testovaný pomocí t-testu sice těsně nebyl statisticky významný, výsledky komplexnějšího regresního modelu opět naznačují signifikantní interakci mezi skupinou a testem stejně jako u předchozí hypotézy (hypotéza 4). Kontrolní skupina se zlepšuje mezi pretestem a posttestem 1 signifikantně méně než skupina experimentální. U experimentální skupiny tedy dochází k většímu zlepšení, což lze zase vnímat jako důkaz, že badatelsky orientovaná výuka funguje lépe než klasická výuka. Při bližším pohledu samostatně na dílčí skóre za znalostní položky a za položky dovednostní lze opět z regresního modelu dále usoudit, že v míře zlepšení u znalostních položek není u posttestu 1 mezi oběma skupinami rozdíl. Naopak v řešení dovednostních položek vykazuje experimentální skupina větší zlepšení nežli skupina kontrolní.

Poznámka: Výsledky tohoto modelu v této práci prezentovány nejsou.

6. hypotéza: Výkon žáků obou skupin v pretestu výrazně nekoreluje s jejich známkou na vysvědčení z biologie.

7. hypotéza: Výkon žáků obou skupin v posttestu 1 výrazně koreluje s jejich známkou na vysvědčení z biologie.

8. hypotéza: Výkon žáků obou skupin v posttestu 2 výrazně nekoreluje s jejich známkou na vysvědčení z biologie.

Hypotézy č. 6. a 8. byly zamítnuty, hypotéza č. 7 zamítnuta nebyla. Byla zjištěna svázanost výkonu žáků v jednotlivých didaktických testech (pretestu, posttestu 1, 2) a známky na vysvědčení z biologie, což svědčí pro validitu didaktických testů. Vytvořená sada didaktických testů tedy splňovala požadavky kladené na základní vlastnosti didaktických testů, tak jak doporučují Chráska (1999, 2007), Urbánek, Denglerová, Širůček (2011), Reeves, Marbach-Ad (2016) a Schindler et al. (2006). Toto zjištění též svědčí pro objektivitu v hodnocení výkonu žáků učiteli biologie. Zároveň je však nutné upozornit na nestejný počet žáků v jednotlivých kategoriích podle známek, což může být dáno značnou selektivitou českého vzdělávacího systému, na což poukazují Koucký et al. (2004).

9. hypotéza: Chlapci dosahují lepších výsledků v pretestu než děvčata v témže pretestu.

10. hypotéza: Děvčata dosahují lepších výsledků v posttestu 1 než chlapci v témže posttestu.

11. hypotéza: Chlapci dosahují lepších výsledků v posttestu 2 než děvčata v témže posttestu.

Hypotézy č. 9 a 11 byly zamítnuty, hypotéza č. 10 byla potvrzena. Při analýze genderové úspěšnosti žáků v jednotlivých didaktických testech vykazovala lepší výsledky vždy děvčata (přes 4 % více v pretestu a přes 3 % více v obou posttestech), přičemž efekt pohlaví je v jednotlivých testech signifikantní. Tato skutečnost může být dána poměrně velkým zastoupením počtu úloh vyžadujících na žákovi vybavení si určité znalosti. Právě v řešení těchto úloh bývají děvčata úspěšnější, stejně jako v úlohách vyžadujících práci s textem, které byly v testech taktéž zastoupeny. Tato zjištění tak podporují závěry studií z mnoha mezinárodních výzkumů (např. PISA či TIMSS), jak uvádí např. Palečková, Tomášek (2001), Straková et al. (2002), EACEA/Eurydice (2010, 2011), Potužníková, Lokajíčková, Janík (2014) či Straková (2016). Zajímavé zjištění přináší Papáček et al. (2015) s odkazem na práci autorů Giancarlo, Facione (2001), a to že u dívek je rozvoj kritického myšlení rychlejší než u chlapců, a navíc mají dívky v tomto ohledu více otevřenou mysl. Dále lze toto zjištění vysvětlit tím, že děvčata podávají lepší výkon v úlohách zaměřených na biologické vědy a environmentální výuku, zatímco chlapci spíše v oblastech fyziky, chemie, geografie či matematiky, na což poukazují i studie EACEA/Eurydice (2010), Straková et al. (2002), Palečková et al. (2007). Zároveň je však nutné zmínit mírnou převahu dívek v genderovém zastoupení žáků. Na větší zastoupení dívek v akademicky orientovaných studijních programech upozorňuje též studie EACEA/Eurydice (2011) i Potužníková, Straková (2006).

Studii zaměřenou na testování stavu znalostí a dovedností v přírodopisu u žáků plnících poslední ročník povinné školní docházky provedli také Malčík, Hudec, Rangl (2013). Lepších výsledků dosáhla děvčata, ovšem tyto výsledky se týkají pouze žáků Zlínského kraje. Na středních školách proběhlo testování taktéž, ale ne v předmětu biologie. Tyto výsledky jsou tedy ve shodě s výše uvedenými závěry.

Naopak výsledky studie Řezníčkové et al. (2013) zaměřené na testování úrovně osvojení si vybraných přírodovědných dovedností u žáků základních škol a gymnázií ukazují na lepší výsledky chlapců nejen v biologii, ale i chemii a geografii. Rozdíl mezi děvčaty a chlapci však nebyl statisticky významný. Ješková et al. (2016) ale uvádí, že chlapci prokázali statisticky významně lepší výsledek v testu přírodovědných dovedností oproti děvčatům. Ve srovnávacím testování Stonožka organizace SCIO za období 2005/06-2011/12 byli testováni žáci základních škol a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií, ovšem zjištěný rozdíl mezi pohlavími byl v přírodních vědách nepatrný (www.scio.cz) (odkaz 4). Uvedená zjištění tedy nekorespondují s výsledky této práce.

12. hypotéza: Chlapci a děvčata vykazují různé zlepšení mezi pretestem a posttestem 1.

13. hypotéza: Chlapci a děvčata vykazují různé zhoršení mezi posttestem 1 a posttestem 2.

Hypotézy č. 12 a 13 nebylo možné potvrdit. Nebyl prokázán signifikantní rozdíl ve zlepšení mezi pretestem a posttestem 1 a ve zhoršení mezi posttestem 1 a posttestem 2 u chlapců a děvčat.

Při podrobnější analýze výsledků žáků dle pohlaví mezi jednotlivými testy byly brány v potaz také faktory, které mohou ovlivňovat míru úspěšnosti žáků v těchto testech. Závěry studie EACEA/Eurydice (2010) vycházející z výsledků šetření PISA a TIMSS totiž ukazují, že rozdílné výsledky v testování mezi chlapci a děvčaty, tzv. „genderová mezera“, jsou ovlivněny rozdílným „genderovým vzorcem“. Jako nezbytné se tedy jeví si uvědomit, že jakákoli genderová mezera může být ovlivněna metodikou hodnocení. V případě použití testu jako hodnotícího nástroje hraje důležitou roli jeho tematické zaměření a poměr jednotlivých typů testových položek. Různé poměry otevřených, polouzavřených úloh a úloh s výběrem odpovědi použitých v testu totiž mohou odlišně ovlivnit výkony chlapců a děvčat. Taktéž větší zastoupení úloh vyžadujících pokročilejší dovednosti je příznivější pro chlapce v případě matematiky a přírodních věd, pro děvčata v případě čtení. Navíc děvčata lépe identifikují vědecké otázky, zatímco chlapci lépe vysvětlují různé jevy. Dalšími důležitými faktory ovlivňujícími výsledek celého testu je také věková kategorie testovaných žáků a jejich socioekonomická situace, tak jak uvádí EACEA/Eurydice (2010). V rámci ověřování

této práce lze tedy usuzovat, že jednotlivé didaktické testy svým zaměřením a typologií použitých testových položek nijak významně neznevýhodňovaly konkrétní pohlaví. Tím, že se jednalo o žáky gymnázií, tedy žáky výběrové, se nijak výrazně neprojevil faktor rozdílného socioekonomického zázemí žáků. Testovaní žáci navíc pocházeli ze stejné věkové kategorie. Vytvořené testy též obsahovaly kromě úloh znalostních i úlohy dovednostní typu PISA úloh, při jejichž řešení nejsou mezi chlapci a děvčaty tak výrazné rozdíly, na což poukazují i Koucký et al. (2004), EACEA/Eurydice (2010), Potužníková, Straková (2006), Palečková, Tomášek et al. (2013), Potužníková et al. (2014) či Straková (2016). Navíc z odpovědí žáků v dotazníkovém šetření vyplynulo, že biologie člověka patří k nejvíce oblíbeným tématům v biologii u obou pohlaví, což tedy přímo nekoresponduje s výsledky šetření ROSE (Sjøberg, Schreiner, 2010). Získané výsledky také mohou značit vhodnost badatelské metody pro obě pohlaví, tak jak ve svém výzkumu uvádí Akcay, Yager (2016).

14. hypotéza: Žáci se subjektivním zájmem o biologii dosahují ve všech testech lepších výsledků než žáci, které biologie nezajímá.

Hypotéza byla potvrzena. Byla prokázána souvislost mezi úspěšností žáků v jednotlivých didaktických testech (pretestu, posttestu 1 a 2) a jejich subjektivně přiznaném zájmu o biologii. Pokud se jedná o výsledky v kategorii 1 (oblíbenost předmětu biologie na škole, chování zvířete či pěstování rostliny), jsou tyto výsledky pozitivně překvapující. Mnoho žáků totiž chová nějaké zvíře či pěstuje rostlinu, aniž by byli vášnivými biology. Z odpovědí žáků v dotazníkovém šetření navíc vyplynulo, že je biologie ve škole zajímavá, protože mají v oblibě daného vyučujícího, probírané téma (biologie člověka) nebo mají z předmětu dobré známky, což ale nesvědčí o skutečném zájmu. Žák projevuje skutečný zájem o předmět, pokud ve svém volném čase dělá něco navíc, než co je dáno ve školních osnovách. Například navštěvuje biologické kroužky, čte biologickou literaturu, pravidelně se účastní Biologické olympiády či jiných soutěží s biologickým zaměřením nebo se účastní přednášek, besed či konferencí s biologickou tematikou (kategorie 2).

Při bližším pohledu na rozdíl úspěšnosti žáků v jednotlivých didaktických testech v závislosti na přidělených kategoriích lze zjistit, že žáci z kategorie 2 se skutečným zájmem o biologii dosahují ve všech testech vyššího skóre, než jejich spolužáci zahrnutí v kategorii 1. Navíc je tento rozdíl patrný ve vyšší procentuální úspěšnosti zejména v pretestu (7 %) a dále pak v posttestu 2 (10 %), a to ve prospěch

žáků z kategorie 2. V tomto věku již mají žáci více vyhraněné zájmy a většinou mají jasnou představu o tom, jakým směrem se budou jejich budoucí studia dále ubírat, na rozdíl od žáků nižšího gymnázia v práci Radvanové (2009). Výše uvedené výsledky tedy naznačují, že žáci s větším zájmem o biologii jsou ochotnější vynaložit potřebné úsilí, aby dosahovali dobrých výsledků, což je ve shodě se závěry z mezinárodních šetření PISA a TIMSS (viz EACEA/Eurydice, 2010).

Naopak výsledky studie Řezníčkové et al. (2013) neprokázaly svázanost úspěšnosti žáků v testech v závislosti na oblibě biologie ve škole. S ohledem na odlišné výsledky zmíněných studií je však nutné si uvědomit, že objekt hodnocení nemusí být pro každého žáka vždy jednoznačný, na což upozorňuje i Bílek (2008). Oblíbenost předmětu je totiž ovlivněna více faktory, kdy mezi ty nejdůležitější lze zařadit především domácí zázemí žáků či osobnost učitele, dále pak obsah učiva, použité výukové metody, způsob hodnocení žáků, sebepojetí žáků, školní prostředí apod.

15. hypotéza: Žáci, kteří budou maturovat z biologie, dosahují lepších výsledků v posttestu 2 než žáci nematurující z biologie.

16. hypotéza: Žáci, kteří hodlají dále pokračovat ve studiu biologie na vysoké škole, dosahují lepších výsledků v posttestu 2 než žáci, kteří se nebudou dále biologii zabývat.

Hypotézy č. 15 a 16 byly potvrzeny. Potvrzení těchto hypotéz úzce souvisí s projeveným zájmem o biologii. Všeobecně se totiž předpokládá, že žáci, kteří se chtějí biologii věnovat alespoň na úrovni maturity či dále pokračovat v jejím studiu na vysoké škole, se o biologii více zajímají, a tudíž dosahují lepších výsledků. Žáci hodlající maturovat z biologie měli vyšší procentuální úspěšnost v posttestu 2, a to téměř o 7 %, žáci pokračující ve studiu biologie na vysoké škole pak o 11 %. Tato domněnka tedy byla potvrzena, což dokládají i závěry studie EACEA/Eurydice (2010) či Vošmerové (2010).

Cíle práce byly naplněny, přičemž práce svým obsahem přispívá jednak k řešení teoretických otázek didaktiky biologie v oblasti efektivity výuky a jednak má praktické využití ve školní praxi. Vytvořené materiály (přípravy pro klasicky vedenou výuku i podklady pro realizaci badatelských aktivit, tzn. pracovní materiály pro žáky a metodická příručka pro učitele, popř. výukový program, včetně testových otázek) by

mohly být nabídnuty učitelům z praxe v rámci dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků. Práce zodpověděla otázky, které byly položeny na počátku výzkumu, avšak zároveň během šetření vyvstala řada nových, nezodpovězených otázek, které by bylo možné řešit v rámci teoretického výzkumu dané problematiky. Jedná se například o tyto otázky: Ovlivňuje opakované zařazování BOV oblibu biologie u žáků a jejich setrvání v biologických oborech? Jaká je efektivita BOV ve výuce na jednotlivých stupních škol a v různých přírodovědných předmětech? Jaká je úroveň experimentálních dovedností českých žáků ve srovnání se zahraničím? Ovlivňuje použité hodnocení žáků efektivitu osvojování badatelských dovedností? Jaká je efektivita BOV ve výuce biologie v porovnání se státy s podobným vzdělávacím systémem?

6. Závěr

Hlavním tématem disertační práce byly otázky spojené s efektivitou badatelsky vedené a klasicky vedené výuky na příkladu tematického celku vylučování člověka u žáků vyššího gymnázia.

První fáze práce byla zaměřena na vysvětlení pojmu efektivita vzdělávání a badatelsky orientovaná výuka. Na efektivitu vzdělávání bylo v této práci nahlíženo komplexně, tedy nejenom z hlediska kvantitativního, kdy jsou dány do vztahu vynaložené prostředky a získané výsledky, ale uvažovány jsou i možné další vztahy, komponenty, popř. podmínky vzdělávacího procesu. BOV je v této práci vnímána jako problémová metoda vycházející z experimentování. Dále byla provedena obsahová analýza kurikulárních dokumentů (dostupné učebnice biologie pro gymnázia, RVP G), kdy za nejvhodnější byla označena učebnice Biologie člověka (Kočárek, 2010) s praktickým doplňkem, která respektuje požadavek multidisciplinarity a interdisciplinarity a dále obsahuje nejlépe formulované problémové úlohy ze všech analyzovaných učebnic. Jako možná slabina RVP G z pohledu požadavků BOV se jeví nejasná specifikace na výkony žáků v biologii, prezentované formou očekávaných výstupů.

Ve druhé fázi práce byly zpracovány přípravy pro badatelsky vedenou a klasicky vedenou výuku, které různou měrou využívaly aktivizující prvky činnosti žáků. Žáci byli rozděleni do skupiny experimentální a kontrolní, přičemž obě skupiny obsáhly vždy tu samou látku zprostředkovanou odlišnou vyučovací metodou a v případě BOV měli žáci experimentální skupiny k dispozici dvě vyučovací hodiny navíc. Pro měření efektivity zvolených výukových metod byly vytvořeny výzkumné nástroje - sada didaktických testů (pretest s krátkým osobnostním dotazníkem, posttest 1, posttest 2) a dotazníků pro žáky a jejich učitele (po vzoru dotazníků OECD/PISA). Cílem dotazníkového šetření bylo doplnit a blíže popsat data získaná testováním žáků. Vytvořené výukové materiály a výzkumné nástroje byly nejprve pilotovány na vybraném vzorku žáků 2 pražských gymnázií a to ve 2 třídách experimentálních a ve 2 třídách kontrolních. Po pilotáži došlo k jejich následné úpravě a zpřesnění některých formulací do finální podoby.

V poslední fázi proběhlo plošné testování u žáků sedmi pražských gymnázií. Ověřování úrovně získaných vědomostí a dovedností (efektu použitých výukových

metod) u obou skupin žáků během didaktického experimentu proběhlo za použití pretestu (měření vstupní úrovně), posttestu 1 (měření krátkodobého efektu) a posttestu 2 (měření dlouhodobého efektu). Souběžně s testováním žáků proběhlo též dotazníkové šetření u žáků i jejich učitelů, ve kterém respondenti hodnotili testové jednotky, navržené badatelské aktivity a míru využívání BOV v biologii. Celková úspěšnost řešení testů, tj. pretestu, posttestu 1, posttestu 2, u experimentální a kontrolní skupiny dohromady nepřesáhla u všech žáků požadovanou úroveň osvojení si učiva – 60 %. Relativně nízkou úspěšnost vykazali žáci při řešení pretestu, kdy tuto hranici překročilo jen 49 % žáků. Úspěšnost žáků v řešení obou posttestů pak již byla vyšší, tedy 79 % pro posttest 1 a 73 % pro posttest 2. Výsledky v pretestu byly 51 % pro experimentální skupinu a 46 % pro skupinu kontrolní. V obou posttestech však dosahovala výrazně lepších výsledků vždy experimentální skupina (86 % v posttestu 1, 81 % v posttestu 2) oproti skupině kontrolní (71 % v posttestu 1, 64 % v posttestu 2). Při podrobnější kvalitativní analýze výsledků v didaktických testech se zjistilo, že žáci jsou při čtení otázek velmi nepozorní. Buďto si nepřečtou celé zadání, anebo ho přečtou špatně. Zajímavým zjištěním je, že žákům nedělá problémy řešit určitý typ testové úlohy, nýbrž její zaměření na testování určitého stupně úrovně myšlení. Jako obecný problém se jeví kromě nedostatečné vyjadřovací schopnosti a nepřesné formulace odpovědí žáků též zjednodušování odpovědí žáky.

Z výsledků testování a statistického zpracování (dvouvýběrový t-test) vyplynulo, že žáci obou skupin řešili s menší než 50% úspěšností v pretestu úlohy zaměřené na dovednost formulovat a klást otázky, vyhodnocovat výsledky a vytvářet závěry, kontrolní skupina navíc i na dovednost třídít a zpracovat informace. V obou posttestech řešila pouze kontrolní skupina s obtížemi vždy ty samé úlohy zaměřené na dovednost formulovat a klást otázky, třídít a zpracovat informace a dále pak vyhodnocovat informace a vytvářet závěry. Je zajímavé, že ačkoliv žáci obou skupin (i jejich učitelé) v dotaznících uvedli, že se s obdobnými úlohami ve výuce příliš nesebkávají, procentuální úspěšnost v jednotlivých testových úlohách napovídá zlepšení v řešení dovednostních úloh ve prospěch skupiny experimentální.

Výsledky statistického zpracování a vyhodnocení dat z testování a dotazníkového šetření (dvouvýběrový t-test, párový t-test, korelační koeficient) žáků dále ukazují, že se vstupní vědomosti obou skupin nijak významně nelišily. Rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou v posttestech 1, 2 testovaný pomocí t-testu naopak

signifikantní byl. Procentuální úspěšnost v jednotlivých testových úlohách obou posttestů napovídá, že experimentální skupina řešila s větším úspěchem úlohy dovednostní zaměřené na testování vyšších kognitivních úrovní. Úspěšnost žáků obou skupin v úlohách znalostních, které vyžadují pouhé vybavení si určitého faktu, byla přibližně stejná. Signifikance rozdílu mezi oběma skupinami žáků v rozdílu POST1/2-PRE sice pomocí t-testu těsně signifikantní nebyla, lze ji ale prokázat komplexnějším regresním modelem. Výsledky tohoto modelu naznačují (zde neprezentováno) pro dílčí skóre za dovednostní úlohy větší zlepšení experimentální skupiny mezi pretestem a posttestem 1 a menší zhoršení mezi posttestem 1 a 2 oproti skupině kontrolní. Hypotézy zkoumající vliv určitých faktorů na efektivitu zvolených výukových metod prokázaly svázanost výkonu žáků v jednotlivých didaktických testech a známky na vysvědčení z biologie. Při analýze genderové úspěšnosti žáků v jednotlivých didaktických testech vykazovala lepší výsledky vždy děvčata. Nebylo však možné potvrdit rozdíl ve zlepšení mezi pretestem a posttestem 1 a ve zhoršení mezi posttestem 1 a posttestem 2 u chlapců a děvčat. Vytvořené didaktické testy tedy nijak významně neznevýhodňovaly konkrétní pohlaví. Dále byla prokázána souvislost mezi úspěšností žáků v jednotlivých didaktických testech a jejich subjektivně přiznaném zájmu o biologii. Potvrzení platnosti této hypotézy úzce souvisí i s volbou maturity žáků z biologie či pokračováním ve studiu biologie na vysoké škole. Tito žáci se totiž o biologii více zajímají, a tudíž dosahují i lepších výsledků.

Výzkum v této práci potvrdil, že efekt BOV je především v rovině dovednostní (i když nelze opominout též možný rozvoj vědomostí u žáků). Z hlediska časové náročnosti příprav jednotlivých podkladů pro badatelskou výuku a její následnou realizaci ve výuce biologie se však ukazuje jako vhodné zařazovat ji uvážlivě a cíleně především pro postupný nácvik konkrétních badatelských dovedností, zejména těch, které jsou použitelné v běžném životě nebo dalším studiu a promýšlet, zda dané téma je pro tento nácvik opravdu vhodné. Z hlediska výsledků dosažených v tomto výzkumu se dále jeví potřeba kombinace a vhodného doplňování obou sledovaných přístupů, tak aby u žáků nedocházelo pouze k nárůstu znalostí, které podléhají poměrně rychlému zapomínání, ale především k rozvoji vyšších úrovní myšlení. BOV je bezesporu kvalitní, i když její efektivitu je obtížné jednoznačně komplexně posoudit, jelikož vždy záleží na hledisku, ze kterého je na ni nahlíženo a cíli, kterého chceme dosáhnout. Z tohoto důvodu jsou výsledky této práce limitující. Ukazuje se, že pokud budeme za

kritérium efektivity považovat především nabytí vědomostí žákem při co nejmenším vynaloženém čase a energii, nebude se BOV jevit jako příliš efektivní, ale budeme-li posuzovat její vliv na rozvoj dovedností a na celkový rozvoj osobnosti žáka, je efektivita BOV prokazatelná, a proto by bylo vhodné ji více a pravidelně do výuky biologie zařazovat.

7. Seznam použitých informačních zdrojů

ABD-EL-KHLALICK, F., BOUJAOUDE, S., DUSCHL, R., LEDERMAN, N. G., MAMLOK-NAAMAN, R., HOFSTEIN, A., NIAZ, M., TREAGUST, D., TUAN, H. L. Inquiry in science education: International perspectives. Culture and Comparative Studies. *Science Education*, 2004, 88(3). s. 397–419. ISSN 0036-8326.

AKCAY, H., YAGER, R. E. Students Learning to Use the Skills Used by Practicing Scientists. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2016, 12(3). s. 513-525. ISSN 1305-8215.

ALAKE-TUENTER, Ester, BIEMANS, H. J. A., TOBI, H., WALS, A. E. J., OOSTERHEERT, J., MULDER, M. Inquiry-Based Science Education Competencies of Primary School Teachers: A literature study and critical review of the American National Science Education Standards. *International Journal of Science Education*, 2012, 34(17). s. 2609–2640. ISSN 1464-5289.

ANDĚL, J. *Základy matematické statistiky*. Praha: Matfyzpress, 2007. 358 s. ISBN 80-7378-001-1.

ANDERSON, D. D. Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry? *Journal of Science Teacher Education*, 2002, 13 (1). s. 1-12. ISSN 1573-1847.

ANDERSON, M., DE SILVA, S. *Active learning*. Sedbergh, Cumbria: Me-and-Us. 2007, 25 s. ISBN 978-19-058-0104-6.

APEDOE, X. S., REEVES, T. C. Inquiry-based learning and digital libraries in undergraduate science education. *Journal of Science Education and Technology*, 2006, 15 (5). s. 321-330. ISSN 1573-1839.

BACÍK, F. Možnosti deskripce obsahů vzdělávání a zjišťování jejich pedagogické účinnosti. *Pedagogika*, 1985, 35(5), s. 329-337. ISSN 0031-3815.

BACÍK, F. *Otázky zjišťování pedagogické účinnosti obsahu vzdělávání*. Praha: VÚOŠ, 1984.

BANCHI, H., BELL, R. The many levels of inquiry. *Science & Children*, 2008, 46(2), s. 26-29. ISSN 0036-8148.

BARÁK, L. et al. *Vzdělání a ekonomika*. Praha: Svoboda, 1979. 179 s.

- BARMAN, C. Guest Editorial: How do you define inquiry? *Science & Children*, 40(2). s. 8-9. ISSN 0036-8148.
- BARTHOLOMEW, H., OSBORNE, J., RATCLIFFE, M. Teaching Students „Ideas-About-Science“: Five Dimension of Effective Practice. *Science Education*, 2004, 88(5). s. 655-682. ISSN 0036-8326.
- BAUMANN, M. *Lernen aus texten und Lehrtextgestaltung*. Berlin: Volk und Wissen, 1982.
- BEETH, M. E., HEWSON, P. W. Learning Goals in an Exemplary Science Teacher's Practice: Cognitive and Social Factors in Teaching for Conceptual Change. *Science Education*, 1999, 83(6). s. 738-760. ISSN 0036-8326.
- BELL, R., SMETANA, L., BINNS, L. Simplifying Inquiry Instruction. *The Science Teacher*, 2005, 72(7). s. 30-33. ISSN 1098-2736.
- BENCZE, J. L., BOWEN, M. G., ALSOP, S. Teachers' Tendencies to promote Student-Led Science Projects: Associations with Their Views About Science. *Science Education*, 2006, 90(3). s. 400-419. ISSN 0036-8326.
- BÍLEK, M. Zájem žáků o přírodní vědy jako předmět výzkumných studií a problémy aplikace jejich výsledků v pedagogické praxi. *Acta Didactica*. 2008, 2. s. 1-5. ISSN 1337-0073.
- BLANCHARD, M. R., SOUTHERLAND, S. A., OSBORNE, J. W., SAMPSON, V. D., ANETTA, L. A., GRANGER, E. M. Is Inquiry Possible in Light of Accountability?: a Quatitative Comparison of the Relative Effectiveness of Guided Inquiry and Verification Laboratory Instruction. *Science Education*, 2010, 94(4). s. 577-616. ISSN 0036-8326.
- BLANCHARD, M. R., SOUTHERLAND, S. S., GRANGER, D. E. No silver bullet for inquiry: Making sense of teacher change following an inquiry-based research experience for teachers. *Science Education*, 2009, 93. s. 322-360. ISSN 0036-8326.
- BLAŽEK, R., PŘÍHODOVÁ, S. *Mezinárodní šetření PISA 2015. Národní zpráva. Přírodovědná gramotnost*. Praha: ČŠI, 2016. 54 s. ISBN 978-80-88087-08-3.
- BLINOV, V. M. *Effektivnost obučeniya*. Moskva: Pedagogika, 1976. 189 s.

- BLOOM, B. S. *Human characteristics and school learning*. New York: McGraw-Hill. 1976.
- BLOOM, B. S. Individual differences in school achievement: A vanishing point? In L. J. RUBIN (ed.) *Facts and feelings in the classroom*. 1973, New York: Walker and Company.
- BOGNER, F. X., SOTIRIOU, S. [on-line]. PATHWAY towards a Standard-Based Approach to Teaching Science by Inquiry. In *10th Conference of the European Science Education Research Association, proceedings*. Cyprus. 2014. [cit. 2013-22-11]. Dostupné z WWW: http://www.esera.org/media/documents/ESERA_eBook_2013.pdf
- BOGNER, F. X. The influence of short-term outdoor ecology education on long-term variables of environmental perspective. *The Journal of Environmental Education*, 1998, 29 (4). s. 17-29. ISSN 1940-1892.
- BRUDER, R., PRESCOTT, A. Research evidence on the benefits of IBL. *ZDM Mathematics Education*, 2013, 45. s. 811-822. ISSN 1863-9690.
- BYBEE, R. W., TAYLOR, J. A., GARDNER, A., VAN SCOTER, P., POWELL, J. C., WESTBROOK, A., LANDES, N. [on-line] The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness. 2006. [cit. 2013-23-12]. Dostupné z WWW: www.bsces.org
- BYBEE, R. W. Scientific inquiry and science teaching. In: L. B. FLICK, N. G. LEDERMAN (eds.): *Science inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education*. Dordrecht: Springer, 2004, s. 1-14. ISBN 1-4020-2671-4.
- BYČKOVSKÝ, P., KOTÁSEK, J. Nová teorie klasifikování kognitivních cílů ve vzdělávání: revize Bloomovy taxonomie. *Pedagogika*, 2004, 54(3). s. 227-242. ISSN 0031-3815.
- BYČKOVSKÝ, P. *Základy měření výsledků výuky: tvorba didaktického testu*. Praha: ČVUT, 1982. 149 s.
- CAMPBELL, J., KYRIAKIDES, L., MUIJS, D., ROBINSON, W. *Assessing Teacher Effectiveness*. London-New York: Routledge Falmer. 2004.

- CETIN-DINDAR, A. Student Motivation in Constructivist Learning Environment. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2016, 12(2). s. 233-247. ISSN 1305-8215.
- CINCERA, J. To think Like a Scientist: an Experience from the Czech Primary School Inquiry-based Learning programme. *New educational review*, 2014, 36(2). s. 118-130. ISSN 1732-6729.
- COMEAUX, P., HUBER, R. A. Students as scientists: Using interactive technologies and collaborative inquiry in an environmental science project for teachers and their students. *Journal of science teacher education*, 2001, 12 (4). s. 235-252.
- CORREA, H. The Microeconomic Theory of Education. *International Journal of Educational Research*. 1995, 23(5). s. 405-472. ISSN 1573-1847.
- COSTU, B., AYAS, A., NIAZ, M., ÜNAL, S., CALIK, M. Facilitating Conceptual Change in Students' Understanding of Boiling Concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 2007, 16 (6). s. 524-536. ISSN 1573-1839.
- CROMMELIN, A. [on-line]. *Forschendes Lernen – Genese des Konzepts und aktuelle Ansätze*. Univerzita Siegen. 2014. [cit. 2013-23-12]. Dostupné z WWW: https://www.uni-greifswald.de/fileadmin/uni-greifswald/2_Studium/2.1_Studienangebot/2.1.4_Qualitaet_in_Studium_und_Lehre/interStudies/Weiterentwicklung_von_Ansaetzen_forschenden_Lernens/Genese_Ansaetze_forschendesLernen.pdf
- ČERVENÁ, V. et al. *Slovník spisovné češtiny pro školu a veřejnost*. Praha: Academia, 1978. 800 s.
- ČINČERA, J. *Badatelé.cz: evaluační zpráva*. Liberec: TU, 2013. 17 s.
- ČIPERA, J. et al. *Zpráva o výsledcích řešení problematiky projektování obsahu chemického vzdělání*. (výzkumná zpráva). Praha: PŘF UK, 1988. 7 s.
- ČÍŽKOVÁ, V. ČTRNÁCTOVÁ, H. Současnost a perspektivy badatelsky orientované výuky. *Biológia, ekológia, chémia*, 2016, 20(3). s. 10-13. ISSN 1338-1024.
- ČÍŽKOVÁ, V. Biologické vědomosti a dovednosti ve výzkumu PISA. *Biologie, chemie, zeměpis*, 2013, 22(3). s. 113-117. ISSN 1210-3349.
- ČÍŽKOVÁ, V. et al. *Učební úlohy z biologie*. Olomouc, 2003. 167 s. 80-7182-164-0.

ČŠI. *Hodnocení výsledků vzdělávání didaktickými testy*. Praha: ČŠI, 2015. 250 s. ISBN 978-80-905632-9-2.

ČŠI. *PIRLS 2011 & TIMSS 2011. Vybraná zjištění*. Praha: ČŠI, 2013. 64 s.

DAVIS, E. A., SMITHEY, J. Beginning Teachers Moving Toward Effective Elementary Science Teaching. *Science Education*, 2009, 93(4). s. 745-770. ISSN 0036-8326.

DEMETRIOU, A., CHRISTOU, C. *Understanding and facilitating the development of intellect*. UNESCO. 2015. 31 s.

DiENNO, C. M., HILTON, S. C. High School Students' Knowledge, Attitudes, and Levels of Enjoyment of an Environmental Education Unit on Nonnative Plants. *Journal of Environmental Education*, 2005, 37. s. 13–25. ISSN 1940-1892.

DOSTÁL, J., KOŽUCHOVÁ, M. *Badatelský přístup v technickém vzdělávání*. Olomouc: UP, 2016. 213 s. ISBN 978-80-244-4913-5.

DOSTÁL, J. (a). *Badatelsky orientovaná výuka: Pojetí, podstata, význam a přínosy*. Olomouc: UP, 2015. 155 s. ISBN 978-80-244-4393-5.

DOSTÁL, J. (b). *Badatelsky orientovaná výuka: Kompetence učitelů k její realizaci v technických a přírodovědných předmětech na základních školách*. Olomouc: UP, 2015. 261 s. ISBN 978-80-244-4515-1.

DOTGER, S., McQUITTY, V. Describing Elementary Teachers' Operative Systems: a Case Study. *Elementary school journal*, 2014, 115(1). s. 73-96. ISSN 0013-5984.

DVOŘÁKOVÁ, I. Obsahová analýza/formální obsahová analýza/kvantitativní obsahová analýza. *Atropowebzin*, 2010, 2. s. 95-99. ISSN 1801-887.

DUNCAN, R. G., PILITSIS, V., PIEGARO, M. Development of Preservice Teachers' Ability to Critique and Adapt Inquiry-based Instructional Materials. *Journal of Science Teacher Education*, 2010, 21(1). s. 1–14. ISSN 1573-1847.

EACEA/EURYDICE. *Přírodovědné vzdělávání v Evropě: politiky jednotlivých zemí, praxe a výzkum*, 2011. 164 s. ISBN 978-92-9201-246-5.

EACEA/EURYDICE. *Genderové rozdíly ve výsledcích vzdělávání: opatření a současná situace v Evropě*, 2010. 145 s. ISBN 978-92-9201-130-7.

- EACEA/EURYDICE. *Science Teaching in Schools in Europe. Policies and Research*, 2006. 113 s. ISBN 978-92-79-06101-1.
- EASTWELL, P. Inquiry learning: Elements of confusion and frustration. *The American biology teacher*, 2009, 71 (5). s. 263-264. ISSN 1938-4211.
- EBENEZER, J., PUVIRAJAH, A. WebCT dialogues on Particle Theory of Matter: Presumptive reasoning schemes. *Educational Research and Evaluation*, 2005, 11(6). s. 561-589. ISSN 1380-3611.
- EICK, CH. J., STEWART, B. Dispositions Supporting Elementary Interns in the Teaching of Reform-Based Science Materials. *Journal of Science Teacher Education*, 2010, 21(7). s. 783–800. ISSN 1046-560X.
- EICK, CH. J., REED, C. J. What makes an inquiry-oriented science teacher? The influence of learning histories on student teacher role identity and practice. *Science Education*, 2002, 86(3). s. 401-416. ISSN 0036-8326.
- EISENKRAFT, A. Enhancing the 5E model, *The Science Teacher*, 2003, 70(6), s. 56-59. ISSN 0036-8555.
- ESHACH, H. *Science Literacy in Primary Schools and Pre-schools*. Springer, 2006. 174 s. ISBN 1-4020-4641-3.
- ETHEREDGE, S., RUDNITSKY, A. *Introducing students to scientific inquiry: How do we know what we know?* Boston: Pearson Education, 2003. 382 s. ISBN 978-02-053-4812-1.
- FAN, X., CHEN, M. Parent involvement and students' academic achievement: a metaanalysis. *Educational Psychology Review*, 2001, 13(1), 1–22. ISSN 1573-336X.
- FAZIO, X., MELVILLE, W., BARTLEY, A. The Problematic Nature of the Practicum: a Key Determinant of Pre-service Teachers' Emerging Inquiry-Based Science Practices. *Journal of Science Teacher Education*, 2010, 21(6). s. 665–681. ISSN 1573-1847.
- FEINSTEIN, N. Salvaging Science Literacy. *Science Education*, 2011, 95(1). s. 168-185. ISSN 0036-8326.

FELDMAN, A., DIVOLL, K. A., ROGAN-KLYVE, A. Becoming Researches: the Participation of Undergraduate Students in Scientific research Groups. *Science education*, 2013, 97(2). s. 218-243. ISSN 0036-8326.

FERJENČÍK, J. *Úvod do metodologie psychologického výzkumu: jak zkoumat lidskou duši*. Praha: Portál, 2000. 256 s. ISBN 80-7178-367-6.

FORBES, C. T. Preservice Elementary Teachers' Adaptation of Science Curriculum Materials for Inquiry-Based Elementary Science. *Science Education*, 2011, 95(5). s. 927-955. ISSN 0036-8326. ISSN 0036-8326.

FRADD, S. H., LEE, O., SUTMAN, F. X., SAXTON, M. K. Promoting! Science literacy with English language learners through instructional materials development: A case study. *Bilingual Research Journal*, 2001, 25(4), s. 417-439. ISSN 1523-5890.

FRASER, B. J., WALBERG, H. J., WELCH, W. W., HATTIE, J. A. Synthesis of educational productivity research. *International Journal of Educational Research*, 1987, 11(2). s. 145-252. ISSN 0883-0355.

FRÖMEL, K. *Efektivita výchovně vzdělávacího procesu v tělesné výchově*. Olomouc: UP, 1987. 50 s.

FRÝZKOVÁ, M., PALEČKOVÁ, J. *Přírodovědné úlohy výzkumu PISA*. Praha: ÚIV, 2007. 104 s. ISBN 978-80-211-0540-9.

GAVORA, P. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido, 2010. 261 s. ISBN 978-80-7315-185-0.

GAVORA, P. *Výzkumné metody v pedagogice: Příručka pro studenty, učitele a výzkumné pracovníky*. Brno: Paido, 1996. 130 s. ISBN 80-85931-15-X.

GELMAN, A., HILL, J. *Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models*. Cambridge, 2007. 625 s. ISBN 978-0-521-68689-1.

GIANCARLO, C. A., FACIONE, P. A. A look across four years at the disposition toward critical thinking among undergraduate students. *The Journal of General Education*, 2001, 55(3). s. 329-338. ISSN 0021-3667.

GIBSON, H. L., CHASE, C. Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, 2002, 86(5). s. 693-705. ISSN 0036-8326.

- GIEST, H. Gute Aufgaben: wie Aufgaben zu „guten“ Leraufgaben werden. *Grundschulunterricht Sachunterricht*, 2014, 61(4). s. 4-8. ISSN 1865-4991.
- GRECMANOVÁ, H., HOLOUŠOVÁ D., URBANOVSKÁ, E. *Obecná pedagogika I*. Olomouc: Hanex, 1998. 231 s. ISBN 80-85783-20-7.
- GRUEHN, S. *Unterricht und schulisches Lernen*. Münster: Waxmann, 2000.
- GUNCKEL, K. L., WOOD, M. B. The principle-Practical Discourse Edge: Elementary Preservice and mentor teachers Working Together on Colearning Tasks. *Science education*, 2016, 100(1). s. 96-121. ISSN 0036-8326.
- GUNCKEL, K. L. Fulfilling Multiple Obligations: Preservice Elementary Teachers' Use of an Instructional Model While Learning to Plan and teach Science. *Science education*, 2013, 97(1). s. 139-162. ISSN 0036-8326.
- HANUSCIN, D. L., LEE, M. H., AKERSON, V. L. Elementary teachers' Pedagogical Content knowledge for Teaching the Nature of Science. *Science education*, 2011, 95(1). s. 145-167. ISSN 0036-8326.
- HARLEN, W. *Assessment & Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practice*. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme, 2013. 95 s. ISBN 978-1-291-33214-8.
- HATTIE, J. *Visible learning: A synthesis of over 800 metaanalyses relating to achievement*. Routledge, 2009. 378 s. ISBN 978-0415476188.
- HEFLICH, D. A., DIXON, J. K., DAVIS, K. S. Taking in to the field: The authentic integration of mathematics and technology in inquiry-based science instruction. *Journal of computers in mathematics and science teaching*, 2001, 20 (1). s. 99-112. ISSN 0731-9258.
- HEJNOVÁ, E., HEJNA, D. Rozvoj vědeckého myšlení žáků prostřednictvím přírodovědného vzdělávání. *Scientia in educatione*, 2016, 7(2). s. 2-17. ISSN 1804-7106.
- HERRON, M. D. The nature of scientific enquiry. *School Review*, 1971, 79(2). s. 171-212. ISSN 2057-1615.
- HMELO-SILVER, C. E. Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 2004, 16(3). s. 235-266. ISSN 1573-336X.

- HODSON, D. [on-line]. What is scientific literacy and why do we need it? In. A. SINGH (eds.): *Multiple Perspectives on Education and Society in Newfoundland and Labrador*. Newfoundland and Labrador: Memorial University, 2007, s. 4-9. ISBN 978-0-88901-391-9. [cit. 2011-22-09]. Dostupné z WWW: <http://www.mun.ca/educ/faculty/mwatch/Multiple%20Perspectives%202007.pdf%20revised.pdf>.
- HRABAL, V., LUSTIGOVÁ, Z., VALENTOVÁ, L. *Testy a testování ve škole*. Praha: UK-PedF, 1994. 101 s.
- HRABÍ, L. K problematice obtížnosti učebnic. In P. KNECHT, T. JANÍK et al. *Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu*. 2008, Brno: Paido, s. 177-187.
- HRABÍ, L. Náročnost textu v učebnicích přírodopisu. In J. MAŇÁK, P. KNECHT (ed.) *Hodnocení učebnic*. 2007, Brno: Paido, s. 98-108.
- HUBER, R. A., MOORE, CH. J. A model for extending hand-on science to be inquiry based. *School science and mathematics*, 2001, 101 (1). s. 32-41. ISSN 1949-8594.
- HUGERAT, M., KORTAM, N. Improving Higher Order Thinking Skills among freshmen by Teaching Science through Inquiry. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2014, 10(5). s. 447-454. ISSN 1305-8215.
- HUNG, P. H., LIN, Y. F., HWANG, G. J. Formative Assessment Design for PDA Integrated Ecology Observation. *Educational Technology & Society*, 2010, 13(3). s. 33-42. ISSN 1436-4522.
- CHANG, CH. Y., HSIAO, CH. H., BARUFALDI, J. P. Preferred-Actual Learning Environment „Spaces“ and Earth Science Outcomes in Taiwan. *Science Education*, 2006, 90(3). s. 420-433. ISSN 0036-8326.
- CHIN, CH., CHIA, L. G. Problem-Based Learning: Using III –Structured Problems in Biology Project Work. *Science education*, 2006, 90(1). s. 44-67. ISSN 0036-8326.
- CHINN, C. A., MALHOTRA, B.A. Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *Science Education*, 2002, 86. s.175-218. ISSN 0036-8326.
- CHRÁSKA, M. *Metody pedagogického výzkumu*. Praha: Grada, 2007. 272 s. ISBN 978-80-247-1369-4.

- CHRÁSKA, M. *Didaktické testy. Příručka pro učitele a studenty učitelství*. Brno: Paido, 1999. 91 s. ISBN 80-85-931-68-0.
- IRWIN, A. R. Historical Case Studies: Teaching the nature of Science in Context. *Science Education*, 2000, 84(1). s. 5-26. ISSN 0036-8326.
- JANÍK, T. Kvalita výuky: vymezení pojmu a způsobů jeho užívání. *Pedagogika*, 2012, 62(3). s. 244-261. ISSN 0031-3815.
- JANOUSEK, J. *Společná činnost a komunikace*. Praha: Svoboda, 1984. 242 s.
- JANOUSKOVÁ, S., HUBÁČKOVÁ, L., PUMPR, V., MARŠÁK, J. Přírodovědná gramotnost v preprimárním a raném primárním vzdělávání jako prostředek zvýšení zájmu o studium přírodovědných a technických oborů. *Scientia in educatione*, 2014, 5(1). s. 36-49. ISSN 1804-7106.
- JANOUSKOVÁ, S., TOMÁŠEK, V. *TIMSS 2011. Úlohy z matematiky a přírodovědy pro 4. ročník*. Praha: ČŠI, 2013. 162 s. ISBN 978-80-905370-5-7.
- JARVIS, T. [on-line]. *Seed Cities for Science: Cross Curricular Hands-on Science*. Leicester: University of Leicester, 2008. [cit. 2012-10-03]. Dostupné z WWW: www.pollen-europa.net
- JAUS, H. H. Activity-oriented science: Is it really that good? *Science and Children*, 1977, 14 (7). s. 26–27. ISSN 0036-8148.
- JELÍNEK, J., ZICHÁČEK, V. *Biologie pro gymnázia (teoretická a praktická část)*. Olomouc, 2011. 579 s. ISBN 978-80-7182-213-4.
- JEŠKOVÁ, Z., LUKÁČ, S., ŠNAJDER, L., GUNIŠ, J., BALOGOVÁ, B., KIREŠ, M. Hodnotenie bádateľských zručností žiakov gymnázia. *Scientia in educatione*, 2016, 7(2). s. 48-70. ISSN 1804-7106.
- JOHNES, G. *The Economics of Education*. London: Macmillan Press, 1993. 247 s.
- JOHNSON, C. C., KAHLE, B. J., FARGO, J. D. Effective Teaching Results in Increased Science Achievement for All Students. *Science Education*, 2007, 91(3). s. 371-383. ISSN 0036-8326.
- JŮVOVÁ, A. Měření didaktické vybavenosti učebnic přírodopisu pro šestý a sedmý ročník základní školy. In J. MAŇÁK, D. KLAPKO (ed.) *Učebnice pod lupou*. 2006, Brno: Paido, s. 97-106.

- KALHOUS, Z., OBST, O. *Školní didaktika*. Praha: Portál, 2002. 448 s. ISBN 80-7178-253-X.
- KAMPYLIS, P., BERKI, E. *Nurturing creative thinking*. UNESCO, 2014. 28 s.
- KANE, E. M. Urban Student Motivation through Inquiry-Based Learning. *Journal of Studies in Education*, 2013, 3(1). s. 155-168. ISSN 2162-6952.
- KANTER, D. E., KONSTANTOPOULOS, S. The Impact of a Project-Based Science Curriculum on Minority Student Achievement, Attitudes, and Careers: the Effects of Teacher Content and Pedagogical Content Knowledge and Inquiry-Based Practices. *Science education*, 2010, 94(5). s. 855-887. ISSN 0036-8326.
- KATZ, L., SADLER, K., CRAIG, D. V. Science professors serve as mentors for early childhood preservice teachers in the design and implementation of standards-based science units. *Journal of Elementary Science Education*, 2005, 17(2). s. 43–55. ISSN 1090-185X.
- KETELHUT, D. J., NELSON, B. C., CLARKE, J., DEDE, CH. A multi-user virtual environment for building and assessing higher order inquiry skills in science. *British journal of educational technology*, 2010, 41(1). s. 56-68. ISSN 0007-1013.
- KHAN, M., ZAFAR, M. Effect of Inquiry Lab Teaching Method on the Development of Scientific Skills Through the Teaching of Biology in Pakistan. *Language in India*, 2011, 11. s. 169-178. ISSN 1930-2940.
- KIMÁKOVÁ, K. *Bádatel'ské aktivity v prírodovednom vzdelávaní, časť B. Ukážky vytvorených metodických a pracovných materiálov z predmetu biológia*. Bratislava: ŠPÚ, 2016. 64 s. ISBN 978-80-8118-151-1.
- KIREŠ, M., JEŠKOVÁ, Z., GANAJOVÁ, M., KIMÁKOVÁ, K. *Bádatel'ské aktivity v prírodovednom vzdelávaní, časť A*. Bratislava: ŠPÚ, 2016. 128 s. ISBN 978-80-8118-155-9.
- KIRSCHNER, P. A., SWELLER, J., CLARK, R. E. Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 2006, 41(2). s. 75–86. ISSN 1532-6985.

KJAERNSLI, M., LIE, S. Students' Preference for Science Careers: International comparisons based on PISA 2006. *International Journal of Science Education*, 2011, 33(1). s. 121-144. ISSN 1464-5289.

KLAHR, D., NIGAM, M. The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instructions and discovery learning. *Psychological Science*, 2004, 15. s. 661-667. ISSN 1467-9280.

KLEVE, B. A study of teachers' views on the teaching and learning of mathematics, their intentions and their instructional practice. In: CH. BERGSTEN, B. GREVEHOLM, H. S. MÅSØVAL, F. RØNNING. *Relating Practice and Research in Mathematics Education. Proceedings of NORMA 05, Fourth Nordic Conference on Mathematics Education*. 2007, Trondheim: Tapir Academic Press, s. 361–373. ISBN 978-82-7117-690-7.

KLOOSTER, D. [on-line]. Co je kritické myšlení? *Kritické listy* č. 1-2, 2000. [cit. 2011-22-05]. Dostupné z WWW: http://www.kritickemysleni.cz/klisty.php?co=klisty2_cojeKM

KNOX, K. L., MOYNIHAN, J. A., MARKOWITZ, D. G. Evaluation of short-term impact of a high school summer science program on students' perceived knowledge and skills. *Journal of Science Education and Technology*, 2003, 12(4). s. 471–478. ISSN 1573-1839.

KOČÁREK, E. *Biologie člověka 1*. Praha: Scientia, 2010. 336 s. ISBN 978-80-86960-47-0.

KOČÁREK, E. *Biologie člověka 2*. Praha: Scientia, 2010. 207 s. ISBN 978-80-86960-48-7.

KOLÁŘ, Z. et al. *Výkladový slovník z pedagogiky: 583 vybraných hesel*. Praha: Grada, 2012. 192 s. ISBN 978-80-247-3710-2.

KOUCKÝ, J. et al. *Učení pro život. Výsledky výzkumu OECD PISA 2003*. Praha: ÚIV, 2004. 20 s.

KRAJCIK, J., BLUMENFELD, P. C., MARX, R. W., BASS, K. M., FREDRICKS, J., SOLOWAY, E. Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school students. *Journal of the Learning Sciences*, 1998, 7 (3-4). s. 313–350. ISSN 1532-7809.

- KRYKORKOVÁ, H. Kognitivní svébytnost, teoretická východiska a okolnost jejího rozvíjení. *Pedagogika*, 2008, 58(2). s. 140-155. ISSN 0031-3815.
- KRYKORKOVÁ, H. Psychodidaktická aplikace metakognitivní teorie. In *Historie a perspektivy didaktického myšlení*. Praha: Karolinum, 2004. s. 174-186.
- KUBIATKO, M., VLČKOVÁ, J. Návrh výzkumného nástroje na zkoumání postojů žáků 2. stupně ZŠ k přírodopisu. *Scientia in educatione*, 2011, 2(1). s. 49-67. ISSN 1804-7106.
- KUECH, R. Collaborative and interactional processes in an inquiry-based, informal learning environment. *The Journal of Classroom Interaction*, 2004, 39(1). s. 30-41.
- KUJAL, B. *Některé teoretické a praktické problémy zvyšování účinnosti vyučování*. Praha: PÚ JAK ČSAV, 1970. 215 s.
- KULIČ, V. Některá kritéria efektivity učení a vyučování a metody jejího zjišťování. *Pedagogika*, 1980, 30 (6). s. 677-698. ISSN 0031-3815.
- KYRIACOU, CH. *Effective Teaching in Schools*. Oxford: Blackwell, 1986. 220 s.
- KYRIAKIDES, L., CREEMERS, B., ANTONIOU, P., DEMETRIOU, D. A synthesis of studies searching for school factors: implications for theory and research. *British Educational Research Journal*, 2010, 36(5). s. 807-830. ISSN 1469-3518.
- LADENTHIN, V. PISA - Recht und Grenzen einer globalen empirischen Studie. *Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Pädagogik*, 2003, 3. s. 354-375.
- LEE, T. T. H., SO, W. W. M. Inquiry learning in a special education setting: managing the cognitive loads of intellectually disabled students. *European journal of special needs education*, 2015, 30(2). s. 156-172. ISSN 0885-6257.
- LEONARD, W. H., SPEZIALE, B. J., PENICK, J. E. Performance Assessment of a Standards Based High School Biology Curriculum. *The American Biology Teacher*, 2001, 63 (5). s. 310-315. ISSN 1938-4211.
- LEVINE, D. U., LEZOTTE, L. W. *Unusually effective schools: A review and analysis of research and practice*. Madison, WI: The National Center for Effective Schools Research and Development, 1990.
- LIND, K. K. *Science in Early Childhood: Developing and Acquiring Fundamental Concepts and Skills*. 1998.

LINN, M. C., DAVIS, E. A., BELL, P. *Internet environments for science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2004, s. 3-38. ISBN 0-8058-4303-5.

LIVEČKA, E. *Kvalifikační sebevzdělávání pracovníků*. Praha: SPN, 1984. 151 s.

LUCE, M. R., HSI, S. Science-Relevant Curiosity Expression and Interest in Science: an Exploratory Study. *Science education*, 2015, 99(1). s. 70-97. ISSN 0036-8326.

LUNSFORD, B. E., HERZOG, M. J. R. Active learning in anatomy and physiology: Student reactions and outcomes in a nontraditional Anatomy and Physiology course. *The American Biology Teacher*, 1997, 59(2). s. 80–84. ISSN 1938-4211.

MAAß, K., EULER, M. *PRIMAS WP9 – Report about the survey on inquiry-based learning and teaching in the European partner countries*. EU-Project PRIMAS, Deliverable N° 9.2, 2011. 47 s.

MACÁK, L. *Činitelé optimalizace všeobecného vzdělání žáků SOU. Zpráva o výzkumu*. Praha: VÚOŠ, 1983.

MAGNUSSEN, L., ISHIDA, D., ITANO, J. The impact of the use of inquiry-based learning as a teaching methodology on the development of critical thinking. *Journal of Nursing education*, 2000, 39(8). s. 360-365. ISSN 1938-2421.

MALČÍK, M., HUDEC, T., RANGL, M. *Výsledky projektu Diagnostika stavu znalostí a dovedností žáků se zaměřením na jejich rozvoj*. Ostrava: Společnost pro kvalitu školy, o.s, 2013.

MAŇÁK, J., JANÍK, T. Výukové metody jako předmět výzkumu. In M. JANÍKOVÁ, K. VLČKOVÁ et al. *Výzkum výuky: tematické oblasti, výzkumné přístupy a metody*. 2009, Brno: Paido, s. 83-96.

MAŇÁK, J. *Nárys didaktiky*. Brno: MU, 1994. 104 s. ISBN 80-210-1124-6.

MANDÍKOVÁ, D., HOUFKOVÁ, J. et al. *Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti*. Praha: ČŠI, 2012. 189 s. ISBN 978-80-905370-1-9.

MANDÍKOVÁ, D. [on-line]. *Analýza dat z mezinárodních výzkumů TIMSS a PISA – metody výzkumu*. 2007 [cit. 2016-29-12]. Dostupné z WWW: <http://kdf.mff.cuni.cz/vyzkum/NPVII/>

MANDÍKOVÁ, D., PALEČKOVÁ, J. *Netradiční přírodovědné úlohy*. Praha: ÚIV, 2003. 103 s. ISBN 80-211-0460-0.

- MAREŠ, J., GAVORA, P. *Anglicko-český pedagogický slovník*. Praha: Portál, 1999. 215 s. ISBN 80-7178-310-2.
- MARX, R. W., BLUMENFELD, P. C., KRAJCIK, J. S., FISHMAN, B., SOLOWAY, E., GEIER, R., TAL, R. T. Inquiry-based science in the middle grades: Assessment of learning in urban systemic reform. *Journal of research in science teaching*, 2004, 41 (10). s. 1063-1080. ISSN 1098-2736.
- McCONNEY, A., OLIVER, M. C., WOODS-McCONNEY, A., SCHIBECI, R., MAOR, D. Inquiry, Engagement, and Literacy in Science: a Retrospective, Cross-National Analysis Using PISA 2006. *Science Education*, 2014, 98(6). s. 963-980. ISSN 0036-8326.
- McKINNON, J. W., RENNER J. W. Are colleges concerned with intellectual development? *American Institute of Physics*, 1971, 39(9). s. 1047–1052. ISSN 2158-3226.
- MELVILLE, W. M., FAZIO, X, BARTLEY, A., JONES, D. Experience and Reflection: Preservice Science Teachers' Capacity for Teaching Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 2008, 19(5). s. 477-494. ISSN 1573-1847.
- MERZAGORA, M., LAVAL, D. *TEMI D7.4 – International evaluation yearly report*. EU-Project TEMI, Deliverable N° D7.4, 2016. 35 s.
- MEYER, K., WOODRUFF, E. Consensually Driven Explanation in Science Teaching. *Science Education*, 1997, 81(2). s. 173-192. ISSN 0036-8326.
- MICHALSKI, T. Shaping Self-Regulation in Science Teachers' Professional Growth: Inquiry Skills. *Science Education*, 2012, 96(6). s. 1106-1133. ISSN 0036-8326.
- MIKK, J. A. *Optimizacija složnosti učebnogo teksta*. Moskva: Prosveščeniye, 1981.
- MINÁRECHOVÁ, M. História induktívneho prístupu v prírodovednom vzdelávaní v USA a jeho súčasná reflexia na Slovensku. *Scientia in educatione*, 2014, 5(1). s. 2–19. ISSN 1804-7106.
- MINNER, D., LEVY, A., CENTURY, J. Inquiry-based science instruction — what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 2010, 47(4). s. 474–496. ISSN 1098-2736.

- MORENO, R. Decreasing cognitive load in novice students: Effects of exemplary versus corrective feedback in discovery-based multimedia. *Instructional Science*, 2004, 32. s. 99-133. ISSN 1573-1952.
- MUIJS, D. *Doing quantitative research in Education with SPSS*. London: Sage, 2004.
- MULLIS, I. V. S., et al. *TIMSS - Assessment Frameworks and Specifications 2003. 2nd Edition*. Boston College: IEA, 2003. 150 s. ISBN 1-889938-30-0.
- NEZVALOVÁ, D., et al. *Inovace v přírodovědném vzdělávání*. Olomouc: UP, 2010. 68 s. ISBN 978-80-244-2540-5.
- NOVOTNÝ, I., HRUŠKA, M. *Biologie člověka pro gymnázia*. Praha: Fortuna, 2008. 240 s. ISBN 978-80-7373-007-9.
- NRC. *The national science education standards*. Washington: National academy press, 1996. 262 s. ISBN 0-309-05326-9.
- NUANGCHALERM, P., THAMMASENA, B. (2009). Cognitive Development, Analytical Thinking, and Learning Satisfaction of Second Grade Students learned through Inquiry-based Learning. *Asian social science*, 2009, 5 (10). s. 82-87. ISSN 1911-2025.
- NÚV, VÚP. *Přírodovědná gramotnost ve výuce. Příručka pro učitele se souborem úloh*. Praha, 2011. 70 s. ISBN 978-80-86856-84-1.
- OECD. *Measuring Student Knowledge and Skills. A New Framework for Assessment*. Paris: OECD, 1999. 81 s. ISBN-92-64-17053-7.
- OSBORNE, J., SIMON, S, COLLINS, S. Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9). s. 1049-1079. ISSN 1464-5289.
- OSER, F. K., DICK, A., PATRY, J. L. *Effective and Responsible Teaching*. San Francisco: Jossey-Bass. 1992.
- PADILLA, M. J., OKEY, J. R. a GARRAND, K. The effects of instruction on integrated science process skill achievement. *Journal of Research in Science Teaching*. 1984, roč. 21, č. 3, s. 277–287. ISSN 1098-2736.
- PACHMANN, E., BANÝR, J. K. výzkumu validity učebnic přírodovědných předmětů. *Pedagogika*. 1987, 37(6). s. 643-657. ISSN 0031-3815.

- PALÁN, Z. *Lidské zdroje. Výkladový slovník*. Praha: Academia, 2002. 280 s. ISBN 80-200-0950-7.
- PALEČKOVÁ, J., TOMÁŠEK, V. et al. *Hlavní zjištění PISA 2012. Matematická gramotnost patnáctiletých žáků*. Praha: ČŠI, 2013. 56 s. ISBN 978-80-905632-0-9.
- PALEČKOVÁ, J. et al. *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006. Poradí si žáci s přírodními vědami?* Praha: ÚIV, 2007. 27 s. ISBN 978-80-211-0541-6.
- PALEČKOVÁ J., MANDÍKOVÁ, D. *Netradiční přírodovědné úlohy*. Praha: ÚIV, 2003. 104 s. ISBN 80-211-0460-0.
- PALEČKOVÁ J., TOMÁŠEK, V. *Posun ve znalostech čtrnáctiletých žáků v matematice a přírodních vědách. Zpráva o výsledcích mezinárodního výzkumu TIMSS*. Praha: ÚIV, 2001. 66 s. ISBN 80-211-0385-x.
- PAPÁČEK, M., ČÍŽKOVÁ, V., KUBIATKO, M., PETR, J., ZÁVODSKÁ, R. Didaktika biologie: didaktika v rekonstrukci. In I. STUHLÍKOVÁ, T. JANÍK et al. *Oborové didaktiky: vývoj-stav-perspektivy*. 2015, Brno: MU, s. 225-257.
- PAPÁČEK, M. (a). Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. In M. PAPÁČEK (ed.): *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi 2010. Sborník příspěvků semináře konaného 25. – 26. března v Českých Budějovicích*. České Budějovice: JU-PedF, 2010, s. 145-162. ISBN 978-80-7394-210-6.
- PAPÁČEK, M. (b). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*, 2010, 1 (1), s. 33-50. ISSN 1804-7106.
- PAŘÍZEK, V. Vzájemné působení sociálně ekonomického rozvoje a vzdělání. *Nová mysl*, 1988, 6. s. 103-112. ISSN 0322-905X.
- PEA, C. H. Inquiry-based Instruction: Does School Environmental Context Matter? *Science Educator*, 2012, 21(1). s. 37-43. ISSN 1098-237X.
- PETLÁK, E. *Všeobecná didaktika*. Bratislava: IRIS, 2004. 311 s. ISBN 80-89018-64-5.
- PETR, J. *Možnosti využití úloh z biologické olympiády ve výuce přírodopisu a biologie. Inspirace pro badatelsky orientované vyučování*. České Budějovice, 2014. 199 s. ISBN 978-80-7394-476-6.

PETRÁČKOVÁ, V., KRAUS, J., et al. *Akademický slovník cizích slov, 1. díl A-K*. Praha: Academia, 1995. 445 s. ISBN 80-200-0523-4.

PETTY, G. *Moderní vyučování*. Praha: Portál, 2013. 562 s. ISBN 978-80-262-0367-4.

POKORNÁ, R., ČÍŽKOVÁ, V. Srovnávací analýza rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia v České a Slovenské republice s důrazem na zastoupení oboru biologie. *Paidagogos*, 2012, (2), s. 154–167. ISSN 1213-3809.

POSCH, P., ALTRICHTER, H. *Möglichkeiten und Grenzen der Qualitätsevaluation und Qualitätsentwicklung im Schulwesen*. Innsbruck: StudienVerlag, 1997.

POTUŽNÍKOVÁ, E., LOKAJÍČKOVÁ, V., JANÍK, T. Mezinárodní srovnávací výzkumy školního vzdělávání v České republice: zjištění a výzvy. *Pedagogická orientace*, 2014, 24(2), s. 185-221. ISSN 1211-4669.

POTUŽNÍKOVÁ, E., STRAKOVÁ, J. Rozdíly ve vědomostech a dovednostech českých chlapců a děvčat na základě zjištění mezinárodních výzkumů. *Sociologický časopis/Czech Sociological Review*, 2006, 42(4), s. 701-717. ISSN 2336-128X.

PRINCE, M. J., VIGEANT, M. Using inquiry-based activities to promote understanding of critical engineering concepts. *American Society for Engineering Education*, 2006.

PROKOP, P., PROKOP, M., TUNNICLIFFE, S. D. Is biology boring? Student attitudes toward biology. *Journal of Biological Education*, 2007, 42(1), s. 36-39. ISSN 2157-6009.

PROKOP, P., TUNCER, G., CHUDÁ, J. Slovakian students' attitudes toward biology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2007, 3(4), s. 287-295. ISSN 1305-8215.

PROKOP, P., TUNCER, G., KVASNIČÁK, R. Short-Term Effects of Field Programme on Students' Knowledge and Attitude Toward Biology: a Slovak Experience. *Journal of Science Education and Technology*, 2007, 16, s. 247–255. ISSN 1573-1839.

PROKOP, P., KVASNIČÁK, R., PIŠTOVÁ, Z. Neformálne vyučovanie ekológie a jeho vplyv na vedomosti a postoje žiakov. *Pedagogika*, 2006, 56, s. 221–230. ISSN 0031-3815.

- PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. Praha: Portál, 2013. 400 s. ISBN 978-80-262-0403-9.
- PRŮCHA, J. *Pedagogická encyklopedie*. Praha: Portál, 2009. 935 s. ISBN 978-80-7367-546-2.
- PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. Praha: Portál, 2009. 400 s. ISBN 978-80-7367-647-6.
- PRŮCHA, J. *Pedagogická evaluace*. Brno: MU. 1996. 166 s. ISBN 80-210-1333-8.
- PRŮCHA, J. Efektivnost vzdělávacího procesu: teorie a měření. *Pedagogika*, 1990, 40(1). s. 11-26. ISSN 0031-3815.
- PRŮCHA, J. *Potřeby socialistické společnosti a v zedání*. Praha: Academia, 1983. 167 s.
- RADVANOVÁ, S. *Porovnání efektivity problémově a klasicky vedené výuky u žáků nižšího gymnázia*. (diplomová práce) Praha: UK-PřF, 2009. 182 s.
- R CORE TEAM. [on-line]. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2016. URL <https://www.R-project.org/>
- RASTEDE, M. Forschendes Lernen in der Schule wagen: Herausforderungen für Schüler und Lehrer in einem neuen Fach. *Pädagogik*, 2016, 68(3). s. 30-33. ISSN 0933-422X.
- REEVES, T. D., MARBACH-AD, G. Contemporary Test Validity in Theory and Practice: A Primer for Discipline-Based Education Researchers. *CBE – Life Sciences Education*, 2016, 15. s. 1-9. ISSN 1931-7913.
- REYNOLDS, D., SAMMONS, P., STOLL, L., BARBER, M., HILLMAN, J. School effectiveness and school improvement in the United Kingdom. *School Effectiveness and School Improvement*, 1996, 7 (2), 133–58. ISSN 1744-5124.
- REZBA, R., AULDRIDGE, T., RHEA, L. [on-line]. *Teaching and learning the basic science skills*. 1999. [cit. 2013-30-11]. Dostupné z WWW: www.pen.k12.va.us/VDOE/instruction/TLBSSGuide.doc
- RIEGELE-CRUMB, C., MORTON, K., MOORE, CH., CHIMONIDOU, A., LABRAKE, C., KOPP, S. Do Inquiring Minds Have Positive Attitudes?: the Science

Education of Preservice Elementary teachers. *Science education*, 2015, 99(5). s. 819-836. ISSN 0036-8326.

ROCARD, M., CSERMELY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WALBERG-HENRIKSSON, H., HEMMO, V. *Science education now: A renewed pedagogy for the future Europe*. European Commission, Directorate-General for Research, Science, Economy and Society, Information and Communication Unit. Brussels, 2007. 22 s. ISBN 978-92-79-05659-8.

ROKOS, L., ZAVODSKA, R., BILA, M., REHACKOVA, L. The respondent secondary school and university student and primary biological education. *Journal of International Scientific Publication: Educational Alternatives*, 2013, 11. s. 334-344. ISSN 1313-2571.

RUBIN, D. B., STUART, E. A., ZANUTTO, E. L. A Potential Outcomes View of Value-Added Assessment in Education. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 2004, 29(1). s. 103-116. ISSN 1935-1054.

RUDOLPH, J. L. Inquiry, Instrumentalism, and the Public Understanding of Science. *Science education*, 2005, 89(5). s. 803-821. ISSN 0036-8326.

RYPLOVÁ, R., REHÁKOVÁ, J. Přínos badatelsky orientovaného vyučování (BOV) pro environmentální výchovu: Případová studie implementace BOV do výuky na ZŠ. *Envigogika*, 2011, 6(3). s. 1–9. ISSN 1802-3061.

ŘEZNÍČKOVÁ, D., CÍDLOVÁ, H., ČÍŽKOVÁ, V., ČTRNÁCTOVÁ, H., ČUDOVÁ, R., HANUS, M., KUBIATKO, M., MARADA, M., MATĚJČEK, T., TRNOVÁ, E. *Dovednosti žáků ve výuce biologie, geografie a chemie*. Praha: P3K, 2013. 298 s. ISBN 978-80-87343-24-1.

SAMKOVÁ, L., HOŠPESOVÁ, A., ROUBÍČEK, F., TICHÁ, M. Badatelsky orientované vyučování v matematice. *Scientia in educatione*, 2015, 6(1). s. 91-124. ISSN 1804-7106.

SAMMONS, P., HILLMAN, J., MORTIMORE, P. *Key characteristics of effective schools: a review of school effectiveness research* (London, Office for Standards in Education and Institute of Education), 1995.

SANGUR, S., TEKKAYA, C. Effects of Problem-Based learning and Traditional Instruction on Self-Regulated Learning. *Journal of Educational Research*, 2005/06, 99(5). s. 307-317. ISSN 1940-0675.

SANTAU, A. O., MAERTEN-RIVERA, J. L., HUGGINNS, A. C. Science Achievement of English Language Learners in Urban Elementary Schools: Fourth-Grade Students Achievement Results From a Professional Development Intervention. *Science education*, 2011, 95(5). s. 771-793. ISSN 0036-8326.

SEIDEL, T., SHAVELSON, R. J. Teaching Effectiveness Research in the Past Decade: The Role of Theory and Research Design in Disentangling Meta-Analysis Results. *Review of Educational Research*, 2007, 77(4). s. 454-499. ISSN 1935-1046.

SELIM, M. A., SHRIGLEY, R. L. The group dynamics approach: A sociopsychological approach for testing the effect of discovery and expository teaching on the science achievement and attitude of young Egyptian students. *Journal of Research in Science Teaching*, 1983, 20 (3). s. 213–224. ISSN 1098-2736.

SHAMI, P. A. *Science Curriculum for the Primary School National Institute of Science and Technical Education*. Islamabad: Ministry of Education, Government. of Pakistan, 2001, s. 1-4.

SHRIGLEY, R. L. Attitude and behavior correlates. *Journal of Research in Science Teaching*, 1990, 27 (2). s. 97–113. ISSN 1098-2736.

SCHEERENS, J. Review of school and instructional effectiveness research. In *Paper commissioned for the EFA Global Monitoring Report 2005. The Quality Imperative. 2004*. UNESCO. s. 1-18.

SCHINDLER, R. et al. *Rukověť autora testových úloh*. Praha: Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání, 2006. 88 s.

SCHNEIDER, L. S., RENNER, J. W. Concrete and formal teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 1980, 17(6). s. 503–518. ISSN 1098-2736.

SCHWAB, J. The teaching of science as inquiry. In J. J. SCHWAB, P. F. BRANDWEIN. *The teaching of science*. 1962, Cambridge, MA: Harvard University Press, s. 3–103.

SCHWARTZ, R. S., LEDERMAN, N. G., CRAWFORD, B. A. Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap

between nature of science and scientific inquiry. *Science Teacher Education*, 2004, 88(4). s. 610–645. ISSN 1573-1847.

SCHWARZ, CH. V., GWEKWERERE, Y. N. Using a Guided Inquiry and Moeling Instructional Framework (Eima) to Support Preservice K-8 Science Teaching. *Science education*, 2007, 91(1). s. 158-186. ISSN 0036-8326.

SILBERNAGL, S., DESPOPOULOS, A. *Atlas fyziologie člověka*. Praha: Grada Publishing, 1993.352 s. ISBN 80-85623-79-X.

SJØBERG, S., SCHREINER, C. [on-line]. *The ROSE project: an overview and key findings*, 2010. [cit. 2010-06-09] Dostupné z WWW: <http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf>

SKALKOVÁ, J. *Základní teoretické problémy zvyšování účinnosti výchovně vzdělávacího procesu*. Praha: PÚ JAK ŠSAV, 1984. 142 s.

SLAVÍK, J. *Hodnocení v současné škole*. Praha: Portál, 1999. 190 s. ISBN 80-7178-262-9.

SLEPÁKOVÁ, I., KIMÁKOVÁ, K. Hodnotenie zručností v bádateľ'sky orientovanej výučbe biológie. *Scientia in educatione*, 2015, 6(1). s. 133-143. ISSN 1804-7106.

SPRONKEN-SMITH, R. „*Experiencing the Process of Knowledge Creation: The Nature and Use of Inquiry-Based Learning in Higher Education*“. Paper prepared for International Colloquium on Practices for Academic Inquiry. University of Otago.

STARÝ, K., CHVÁL, M. Kvalita a efektivita výuky: metodologické přístupy. In M. JANÍKOVÁ, K. VLČKOVÁ et al. *Výzkum výuky: tematické oblasti, výzkumné přístupy a metody*. 2009, Brno: Paido, s. 63-81.

STERNBERG, R. J. *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál, 2002. 636 s. ISBN 80-7178-376-5.

STOBART, G. *Testing Times. The uses and abuses of assessment*. London: Routledge, 2008. 23 s. ISBN 978-0-415-40474-7.

STRAČÁR, E., MILAN, M. *Efektívne vyučovanie*. Bratislava: SPN, 1966. 196 s.

- STRAITS, W. J., WILKE, R. R. Practical considerations for assessing inquiry-based instruction. *Journal of College Science Teaching*, 2002, 31(7). s. 432-435. ISSN 0047-231X.
- STRAKOVÁ, J. *Mezinárodní výzkumy výsledků vzdělávání. Metodologie, přínosy, rizika a příležitosti*. Praha: PedF, 2016. 202 s. ISBN 978-80-7290-884-4.
- STRAKOVÁ, J. Mezinárodní výzkumy vědomostí a dovedností: historie a současnost. In D. GREGER (ed.) et al. *Srovnávací pedagogika: Proměny a výzvy*. 2015, Praha: PedF, s. 83-99.
- STRAKOVÁ, J. Pedagogické činnosti českých učitelů v mezinárodním srovnání. *Pedagogika*, 2010, 60(3-4). s. 81-96. ISSN 0031-3815.
- STRAKOVÁ, J. et al. *Vědomosti a dovednosti pro život. Čtenářská, matematická a přírodovědná gramotnost patnáctiletých žáků v zemích OECD*. Praha: ÚIV, 2002. 112 s. ISBN 80-211-0411-2.
- STROUPE, D. Describing „Science Practice“ in Learning Settings. *Science education*, 2015, 99(6). s. 1033-1040. ISSN 0036-8326.
- STUHLÍKOVÁ, I. O badatelsky orientovaném vyučování. In *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. Sborník příspěvků semináře konaného 25. – 26. března v Českých Budějovicích*. České Budějovice: JU-PedF, 2010, s. 129-135. ISBN 978-80-7394-210-6.
- SUMMERLEE, A., MURRAY, J. The impact of enquiry-based learning on academic performance and student engagement. *Canadian Journal of Higher Education*, 2010, 40(2). s. 78-94. ISSN 2293-6602.
- ŠEĐOVÁ, K. Analýza kvalitativních dat. In R. ŠVAŘÍČEK, K. ŠEĐOVÁ et al. *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. 2007, Praha: Portál, s. 207-247.
- TAYLOR, J., BILBREY, J. Effectiveness of inquiry based and teacher directed instruction in an Alabama elementary school. *Journal of Instructional Pedagogies*, 2012, 8. s. 1–6. ISSN 1941-3394.
- TESSIER, J. An Inquiry-Based Biology Laboratory Improves Preservice Elementary Teachers' Attitudes About Science. *Journal of College Science Teaching*, 2010, 39 (6). s. 84-90. ISSN 0047-231X.

TOMÁŠEK, V., BASL, J., JANOUŠKOVÁ, S. *Mezinárodní šetření TIMSS 2015. Národní zpráva*. Praha: ČŠI, 2016. 59 s. ISBN 978-80-88087-07-6.

TOMS, M. *Měření efektů v socialistické ekonomice*. Praha: Svoboda, 1981.

UITTO, A., KÄRNÄ, P. [on-line]. Teaching Methods Enhancing Grade Nine Students' Performance and Attitudes towards Biology. In *10th Conference of the European Science Education Research Association, Proceedings, Cyprus, 2014*, 10. s. 67-73. [cit. 2011-12-06]. Dostupné z WWW: https://www.esera.org/media/eBook_2013/strand%202/Anna_Uitto_16Nov2013.pdf

ÚIV. *Úlohy z matematiky a přírodních věd pro žáky 8. ročníku. Třetí mezinárodní výzkum matematického a přírodního vzdělávání. Replikace 1999*. Praha: ÚIV, 2001. 133 s. ISBN 80-211-0406-6.

URBÁNEK, T., DENGLEROVÁ, D., ŠIRŮČEK, J. *Psychometrika: měření v psychologii*. Praha: Portál, 2011. 320 s. ISBN 978-80-7367-836-4.

VÁCHA, Z., DITRICH, T. Efektivita badatelsky orientovaného vyučování na primárním stupni základních škol v přírodovědném vzdělávání v České republice s využitím prostředí školních zahrad. *Scientia in educatione*, 2016, 7(1). s. 65-79. ISSN 1804-7106.

VÁCHA, Z., PETR, J. Inquiry based education at primary school through school gardens. *Journal of International Scientific-Publications: Education Alternatives*, 2013, 4. s. 219-230. ISSN 1313-2571.

VAN den BERG, E. The PCK of Laboratory teaching: Turning Manipulation of Equipment into manipulation of Ideas. *Scientia in educatione*, 2013, 4(2), s. 74-92. ISSN 1804-7106.

VOŠMEROVÁ, B. *Porovnání efektivity problémově a klasicky vedené výuky u žáků vyššího gymnázia*. (diplomová práce) Praha: UK-PfF, 2010. 173 s.

VÚP. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (se změnami provedenými k 1. 9. 20016)*. Praha: VÚP, 2016. 165 s.

VÚP. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: VÚP, 2007. 104 s. ISBN 978-80-7000-11-3.

WALBERG, H. J., PAIK, S. J. *Effective educational practices*. UNESCO. 2002. 24 s.

- WANG, M. C., HAERTEL, G. D., WALBERG, H. J. Toward a knowledge base for school learning. *Review of Educational Research*, 1993, 63(3). s. 249-294. ISSN 1935-1046.
- WANG, P. H., WU, P. L., YU, K. W., LIN, Y. X. Influence of Implementing Inquiry-based Instruction on Science Learning Motivation and Interest: A Perspective of Comparison. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2015, 174(12). s. 1292-1299. ISSN 1877-0428.
- WARNER, A., MYERS, B. [on-line]. *What is inquiry-based instruction?* Florida: University of Florida. [cit. 2011-29-06]. Dostupné z WWW: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/WC/WC07500.pdf>
- WEAVER, G. C. Strategies in K-12 Science Instruction to Promote Conceptual Change. *Science Education*, 1998, 82(4). s. 455-472. ISSN 0036-8326.
- WELD, J., FUNK, L. "I'm Not the Science Type": Effect of an Inquiry Biology Content Course on Preservice Elementary Teachers' Intentions About Teaching Science. *Journal of Science Teacher Education*, 2005, 16(3). s. 189-204. ISSN 1046-560X.
- WENNING, C. [on-line]. Levels of inquiry. Using inquiry spectrum learning sequences to teach science. *Journal of Physics Teacher education online*. 2010. [cit. 2011-29-06]. Dostupné z WWW: www.phy.ilstu.edu/jpteo
- WENNING, C. [on-line]. Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher education online*. 2007. [cit. 2011-29-06]. Dostupné z WWW: www.phy.ilstu.edu/pte/publications/assessing_ScInq.pdf
- WENNING, C. [on-line]. Levels of inquiry. Hierarchies of pedagogical practices and inquiry processes. *Journal of Physics Teacher education online*. 2005. [cit. 2011-29-06]. Dostupné z WWW: www.phy.ilstu.edu/jpteo
- WILKE, R. R., STRAITS, W. J. Practical Advice for Teaching Inquiry-Based Science Process Skills in the Biological Sciences. *The American Biology Teacher*, 2005, 67 (9). s. 534-540. ISSN 1938-4211.
- WILSON, C., TAYLOR, J., KOWALSKI, S, CARLSON, J. The Relative Effects and Equity of Inquiry-based and Commonplace Science Teaching on Students' Knowledge, Reasoning and Argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 2010, 47(3). s. 276-301. ISSN 1098-2736.

WINDHAM, D. M. Effectiveness indicators in the Economic Analysis of Educational Activities. *International Journal of Education Research*. 1988, 12(6). s. 575-665. ISSN 0833-0355.

WOLF, S. J., FRASER, B. J. Learning Environment, Attitudes and Achievement among Middle-school Science Students Using Inquiry-based Laboratory Activities. *Research in Science Education*, 2008, 38(3). s. 321–341. ISSN 1573-1898.

WOLF, M., LAFERRIERE, A. Crawl into inquiry-based learning. Hermit crab experiments. *Science activities*, 2009, 46(3). s. 32-37. ISSN 1940-1302.

WU, H., KRAJCIK, J. S. Inscriptional practices in two inquiry-based classrooms: A case study of seventh graders' use of data tables and graphs. *Journal of research in science teaching*, 2006, 43 (1). s. 63-95. ISSN 1098-2736.

WU, Y. T., TSAI, CH. CH. Development of Elementary School Students' Cognitive Structures and Information processing Strategies Under Long-term Constructivist-Oriented Science instruction. *Science Education*, 2005, 89(5). s. 822-846. ISSN 0036-8326.

ZATLOUKAL, T. et al. *Výroční zpráva České školní inspekce za školní rok 2013/2014*. Praha: ČŠI, 2014. 197 s. ISBN 978-80-905632-7-8.

ZHANG, B., KRAJCIK, J. S., SUTHERLAND, L. M., WANG, L., WU, J., QIAN, Y. Opportunities and challenges of China? inquiry-based education reform in middle and high schools: Perspectives of science teachers and teacher educators. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2005, 1(4). s. 477–503. ISSN 1573-1774.

ZHENG, A. Y., LAWHORN, J. K., LUMLEY, T., FREEMAN, S. Application of Bloom's Taxonomy Debunks the "MCAT Myth". *Science*, 2008, 319. s. 414-415. ISSN 1095-9203.

ZICHOVÁ, J. *Plánování experimentů a predikční vícerozměrná analýza*. Praha: Karolinum, 2007. 132 s. ISBN 978-80-246-1407-6.

ZVÁRA, K. *Biomedicínská statistika IV. Základy statistiky v prostředí R*. Praha: Karolinum, 2013. 260 s. ISBN 978-80-246-2245-3.

ZVÁRA, K. *Biostatistika*. Praha: Karolinum, 2003. 213 s. ISBN 80-246-0739-5.

Internetové odkazy

Odkaz 1: [cit. 2011-11-20]. Dostupné z WWW:

<https://bscs.org/bscs-5e-instructional-model>

Odkaz 2: [cit. 2016-11-23]. Dostupné z WWW:

<https://www.czso.cz/csu/czso/3-vzdelani>

Odkaz 3: [cit. 2016-11-06]. Dostupné z WWW:

<http://www.atlasskolstvi.cz/stredni-skoly?form=gymnazium>

Odkaz 4: [cit. 2011-06-01]. Dostupné z WWW:

<https://scio.cz/ObjednavkySkoly/Projekty/Stonozka.aspx>

8. Seznam příloh

Příl. 1 Zadání pretestu včetně osobnostního dotazníku a autorského řešení PRETEST VYLUČOVÁNÍ ČLOVĚKA

Jméno a příjmení:

Třída:

Datum:

Škola (obor):

Známka z biologie na posledním vysvědčení:

Počet hodin biologie týdně v letošním školním roce

Hodláte maturovat z biologie? Ano/Ne

Na jaký typ vysoké školy se chcete hlásit?

- a) humanitní směr
- b) přírodovědný směr
- c) technický směr
- d) umělecký směr
- e) jiný směr (doplňte)
- f) nevím
- g) nehodlám dále studovat

Patří biologie mezi vaše oblíbené předměty na škole? Ano/Ne

Proč ano/ne

Která oblast biologie vás nejvíce zajímá?

Chováte doma nějaké zvíře, nebo pěstujete nějakou rostlinu? Ano/Ne

Pokud ano, tak které/kterou?

Účastníte se Biologické olympiády či jiných soutěží s biologickým zaměřením?

Ano/Ne

Pokud ano, tak kterých?

Účastníte se přednášek, besed či konferencí s biologickým zaměřením? Ano/Ne

Pokud ano, tak kterých?

Čtete ve volném čase literaturu (knihy, časopisy, internet, ...) s biologickým zaměřením?

Ano/Ne

Pokud ano, tak kterou?

Navštěvujete ve volném čase nějaké biologické kroužky? Ano/Ne

Pokud ano, tak které?

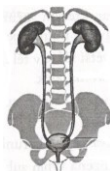
Otázka 1:

Napište, které orgány člověka se podílejí na vylučování odpadních látek z těla.

Otázka 2:

S pomocí obrázku 1 vyjmenujte části vylučovací soustavy, kterými odchází moč z těla ven.

- 1
- 2
- 3
- 4



Obr. 1

Otázka 3:

Odhadněte, ve které oblasti, vyznačené na obrázku 2 písmenem, jsou uloženy ledviny?
.....



Obr. 2

Otázka 4:

Odhadněte, jaký objem moče průměrně vyloučí zdravý dospělý člověk za jeden den z těla za normálních podmínek?

- A 0,5 litru B 1 až 1,5 litru C 2,5 až 3 litry D 5 litrů
-

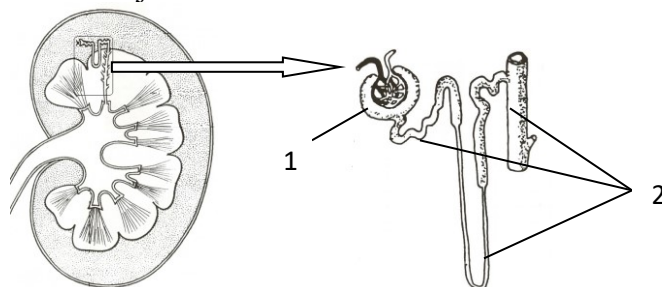
Otázka 5:

Rozhodněte a zakroužkujte, která tvrzení popisují některou z funkcí ledvin:

odstraňování škodlivých látek z těla	ANO / NE
srážení krve	ANO / NE
hospodaření s vodou a solemi	ANO / NE
zneškodňování choroboplodných zárodků	ANO / NE

Obrázek 3:

Každá ledvina je složena z více než 1 milionu funkčních jednotek.



Obr. 3 (upraveno podle Novotný, Hruška, 2008)

Otázka 6:

S pomocí obrázku 3 pojmenujte základní stavební a funkční jednotku ledviny.

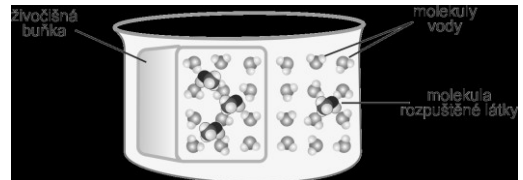
Otázka 7:

Doplňte, ze kterých dvou základních částí vyznačených na obrázku 3 je každá jednotka ledviny složena.

- 1
- 2

Text 1: Osmóza

Mezi základní činnosti ledvin patří funkce osmoregulační. Osmoregulační děje souvisejí s osmózou, při které dochází k vyrovnávání koncentrací dvou roztoků o nestejně koncentraci přes polopropustnou membránu. Molekuly vody putují vždy z míst s nižší koncentrací rozpuštěných látek do místa s vyšší koncentrací ve snaze o vyrovnání obou koncentrací.

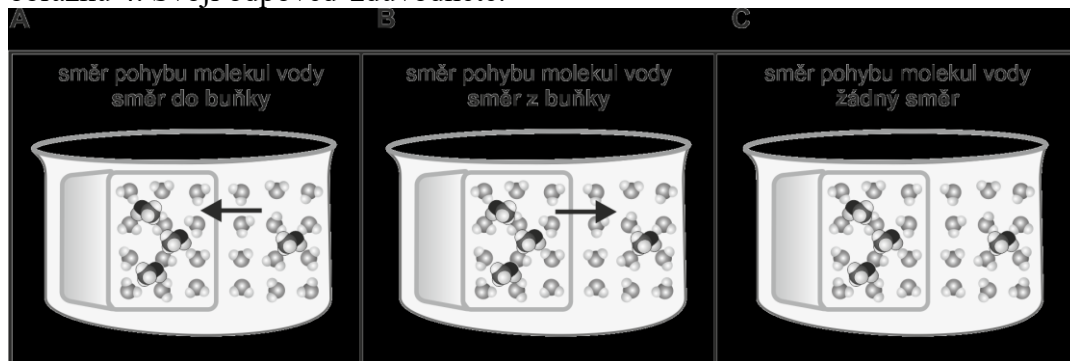


Funkci polopropustné membrány plní v buňce cytoplazmatická membrána.

Obr. 4: Živočišná buňka umístěná ve vodním roztoku – popis

Otázka 8:

Jakým směrem se budou pohybovat molekuly vody, vložíme-li živočišnou buňku do vodovodní vody? Označte správnou odpověď. Pro lepší orientaci si prohlédněte popis obrázku 4. Svoji odpověď zdůvodněte.



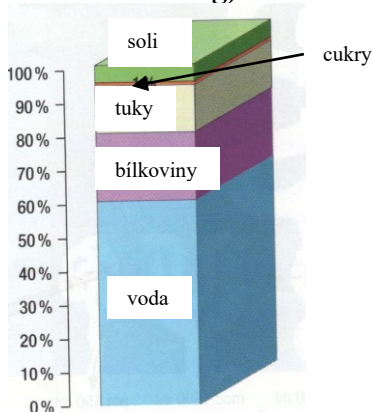
Obr. 5: Osmóza

Zdůvodnění:

.....

.....

Graf 1: Procentuální zastoupení látek v lidském těle (týká se dospělého člověka o hmotnosti 70 kg)



(upraveno podle Kočárek, 2010)

Otázka 9:

Na základě grafu 1 doplňte do tabulky následující hodnoty pro člověka o váze 70 kg.

Látka	Zastoupení (%)	Hmotnost (kg)
Voda		
Bílkoviny		
Tuky		
Cukry		
Soli		

Otázka 10:

Prohlédněte si graf 1 a předchozí tabulku u otázky 9. Rozhodněte a zakroužkujte, zda jsou/nejsou daná tvrzení pravdivá.

Z anorganických látek jsou v těle nejvíce zastoupeny soli.	ANO / NE
Lidské tělo je tvořeno převážně z organických látek	ANO / NE
U dospělého člověka o hmotnosti 90 kg tvoří voda převážný podíl hmotnosti, průměrně 54 kg.	ANO / NE

Text 2: Po stopách rtuti

Vyprazdňování močového měchýře (močení) je pod volní kontrolou. Volní ovládání má však svá omezení. Když tlak moče překročí jistou mez, dojde k reflexnímu uvolnění svěrače močové trubice a k následnému samovolnému úniku moče. Z tohoto důvodu lze do říše legend odkázat oblíbenou pověst, podle níž známý astronom Tycho de Brahe zemřel, protože dlouhodobě zadržoval moč.

Současní badatelé však zjistili, že slavný astronom trpěl krátce před smrtí zástavou močení. Jde o typický příznak chronické otravy rtutí, která tehdy patřila k běžné výbavě laboratoří. Někteří historici se však domnívají, že se stal obětí travičky Barbary, ženy Tychonova kolegy, astronoma Keplera. Barbara je považována za sériovou vražedkyni, podezřelou z úmyslné otravy jejího prvního manžela a dvou vlastních dětí. Později se údajně pokusila i o vraždu samotného Keplera.

(upraveno podle Kočárek, 2010)

Otázka 11:

Prekvapivá zjištění přivedla badatele k dalším otázkám, kterými se budou zabývat v budoucích výzkumech. Napište příklady alespoň dvou otázek spojených s danou problematikou, které by si mohli badatelé na základě zjištění položit.

1.?

2.?

Použité informační zdroje:

KOČÁREK, E. *Biologie člověka 2*. Praha: Scientia, 2010. 207 s. ISBN 978-80-86960-48-7.

Obr. 1, 2: ČÍZKOVÁ, V. et al. *Učební úlohy z biologie*. Olomouc, 2003. 167 s. 80-7182-164-0.

Obr. 3: NOVOTNÝ, I., HRUŠKA, M. *Biologie člověka pro gymnázia*. Praha: Fortuna, 2008. 240 s. ISBN 978-80-7373-007-9.

Obr. 4, 5: MANDÍKOVÁ, D., HOUFKOVÁ, J. et al. *Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti*. Praha: ČŠI, 2012. 189 s. ISBN 978-80-905370-1-9.

Autorské řešení a bodové hodnocení

1. úloha: ledviny, plíce, kůže, trávicí trubice (4 body)
2. úloha: ledviny, močovody, močový měchýř, močová trubice (4 body)
3. úloha: B (1 bod)
4. úloha: B (1 bod)
5. úloha: ANO, NE, ANO, NE (4 body)
6. úloha: nefron (1 bod)
7. úloha: cévní část (cévní klubičko – glomerulus), tubulární část (ledvinné tubuly, kanálky) (2 body)
8. úloha: A – Molekuly vody se budou pohybovat směrem do buňky, protože v buňce je vyšší koncentrace rozpuštěných látek než ve vodovodní vodě (2 body)
9. úloha: cca %; cca kg
voda: 60; 42 bílkoviny: 20; 14 tuky: 15; 10, 5 cukry: 1; 0,7 soli: 4; 2,8 (5 bodů)
10. úloha: NE, NE, NE (3 body)
11. úloha: pouze otázky, které opravdu souvisí s výsledky výzkumu
Například: Jakým způsobem se rtuť dostala do těla Tycha de Brahe? Existují písemné záznamy, že se Tycho de Brahe s Barbarou skutečně setkal? Lze stanovit příčinu Tychovi smrti na základě srovnání jeho ostatků s ostatky Barbařiných obětí? Jaký byl celkový zdravotní stav Tycha de Brahe? Stal se Tycho de Brahe obětí vraždy nebo se jednalo spíše o sebevraždu či nešťastnou náhodu? (2 body)

Příl. 2 Zadání posttestu 1, 2 včetně jeho autorského řešení

POSTTEST VYLUČOVÁNÍ ČLOVĚKA

Jméno a příjmení:

Třída:

Datum:

Škola (obor):

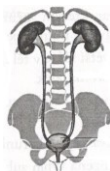
Otázka 1:

Napište, které orgány člověka se podílejí na vylučování odpadních látek z těla.

Otázka 2:

S pomocí obrázku 1 vyjmenujte části vylučovací soustavy, kterými odchází moč z těla ven.

- 1
- 2
- 3
- 4



Obr. 1

Otázka 3:

Odhadněte, ve které oblasti, vyznačené na obrázku 2 písmenem, jsou uloženy ledviny?
.....



Obr. 2

Otázka 4:

Odhadněte, jaký objem moče průměrně vyloučí zdravý dospělý člověk za jeden den z těla za normálních podmínek?

- A 0,5 litru B 1 až 1,5 litru C 2,5 až 3 litry D 5 litrů

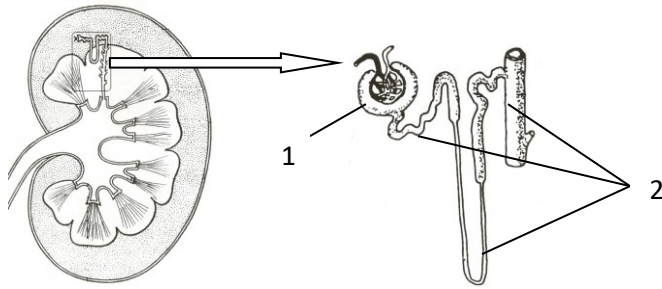
Otázka 5:

Rozhodněte a zakroužkujte, která tvrzení popisují některou z funkcí ledvin:

odstraňování škodlivých látek z těla	ANO / NE
srážení krve	ANO / NE
hospodaření s vodou a solemi	ANO / NE
zneškodňování choroboplodných zárodků	ANO / NE

Obrázek 3:

Každá ledvina je složena z více než 1 milionu funkčních jednotek.



Obr. 3 (upraveno podle Novotný, Hruška, 2008)

Otázka 6:

S pomocí obrázku 3 pojmenujte základní stavební funkční jednotku ledviny.

.....

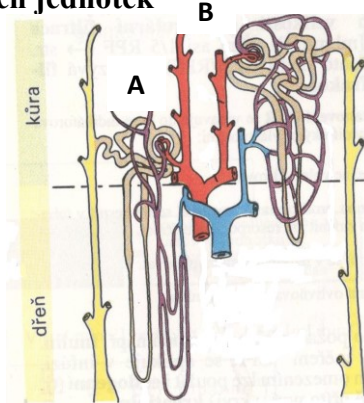
Otázka 7:

Doplňte, ze kterých dvou základních částí vyznačených na obrázku 3 je každá jednotka ledviny složena.

1

2

Obrázek 4: Typy ledvinových jednotek



Obr. 4

Otázka 8:

Na obrázku 4 jsou zobrazeny dva typy ledvinových jednotek, které se mimo jiné liší uložením jednotlivých částí a uspořádáním svého druhého kapilárního řečiště. Který z obrázků je lépe uzpůsoben k vytváření hypertonické moče (o vyšší koncentraci solí)? Svoji volbu zdůvodněte.

Zdůvodnění:

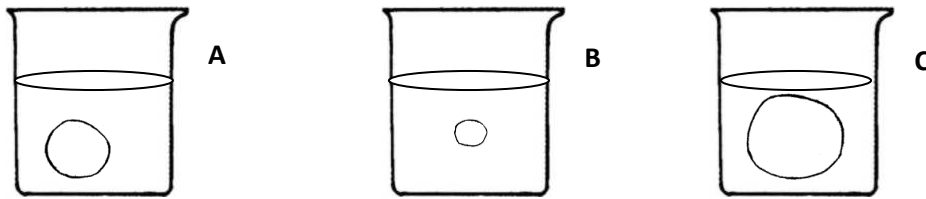
.....

Text 1: Osmóza

Extracelulární (mimobuněčná) tekutina se dělí na krevní plazmu a tkáňový mok. Složení obou tekutin je velmi podobné. Asi 91 % objemu tvoří voda, zbytek (9 %) rozpuštěné látky (především anorganické soli, glukóza, u plazmy také bílkoviny).

Otázka 9:

Co by se stalo s ledvinovou buňkou, kdyby se dostala z prostředí extracelulární (mimobuněčné) tekutiny do čisté vody? Vyberte obrázek a svoji volbu zdůvodněte.



A – s buňkou se nic nestane
praskne

B – buňka se zmenší

C – buňka se zvětší, až

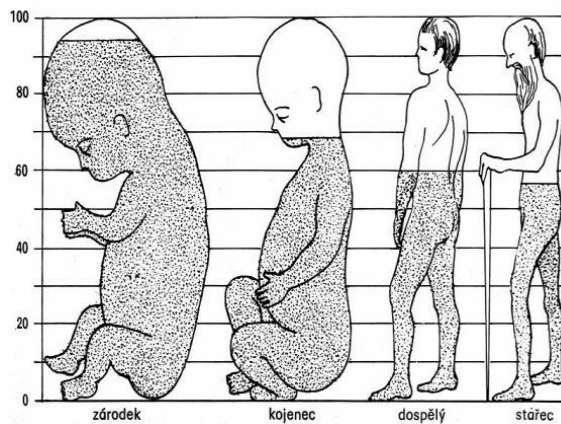
Obr. 5: „Ledvinová“ buňka ve vodním prostředí

Zdůvodnění:

.....

.....

Graf 1: Zastoupení látky v lidském těle



(upraveno podle <http://web.vscht.cz/>)

Otázka 10:

Odhadněte, která látka, jež se podílí na stavbě lidského těla, je v grafu 1 znázorněna šrafováním.

.....

Otázka 11:

Graf 1 porovnává zastoupení látky v těle člověka během určitých vývojových stádií (osa x). Které hodnoty jsou vyznačeny na ose y?

- a) obsah látky v procentech (%)
- b) objem látky v litrech (l)
- c) hmotnost látky v kilogramech (kg)
- d) nárůst/pokles látky v procentech (%)

Otázka 12:

Na základě grafu 1 a odpovědi na otázku 11 doplňte do tabulky chybějící hodnoty.

Vývojové stádium	Zastoupení látky
Kojenec	
Stárec	

Text 2: Vyšetření moče

Při analýzách posuzují odborníci barvu moče, která by u zdravých osob měla být žlutá. Při patologických procesech se barva může různě měnit. Nejčastěji se setkáváme s oranžovou barvou, která je způsobena urobilinem. Toto barvivo je metabolit

žlučového barviva bilirubinu a do moče se dostává zejména při zánětlivých procesech doprovázených horečkou. V případě zánětů jater se do moče uvolňuje samotný bilirubin. V tomto případě je moč tmavě hnědá a při jejím protřepání se tvoří žlutá pěna. Barvu moče mohou ovlivnit i některé léky a složky potravy. Tak např. nadměrným podáním vitamínů B se moč zbarvuje citronově žlutě. Stejně tak může být červená barva moče následkem nadměrné konzumace ostružin či červené řepy. Barvu moče mohou také ovlivnit i některá potravinářská barviva a další látky. Při některých onemocněních a poraněních ledvin se do moče uvolňuje krev. Přítomnost krve ve větším množství se často projeví červenou barvou moče a jejím zakalením. V některých případech se však do moče uvolňuje jen malé množství krve, takže se onemocnění neprojeví změnou barvy moče.

(upraveno podle Kočárek, 2010)

Otázka 13:

Přečtěte si následující tři odpovědi, které vycházejí z textu 2. Jak by mohly znít otázky, aby na ně bylo možné odpovědět uvedenými větami? Ke každé odpovědi naformulujte otázku.

Otázka A:

Odpověď: Svědčí o tom zejména oranžová barva moče.

Otázka B:

Odpověď: Barevné odchylky moče nemusí vždy znamenat patologický stav.

Otázka C:

Odpověď: Za této situace lze krev v moči prokázat jen speciální analýzou.

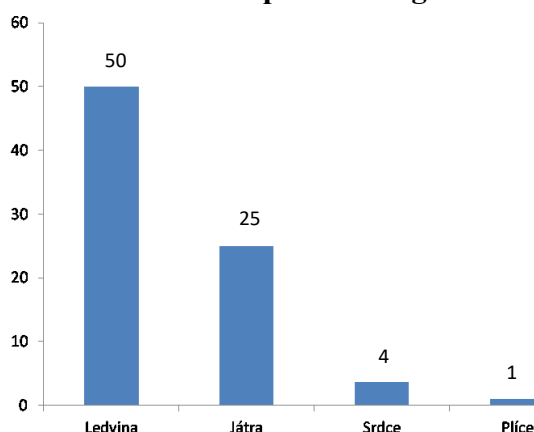
Text 3: Transplantace ledvin

Při akutním selhání ledvin přestávají ledviny vykonávat základní funkce. Účinnou léčbu představuje hemodialýza neboli umělá ledvina. Její význam mimo jiné spočívá i v přípravě pacienta na transplantaci ledviny a k vyčkání na vhodného dárce.

Otázka 14:

Transplantace orgánů, které vždy znamenají náročný chirurgický zákrok, jsou stále běžnější. V grafu 2 je uveden počet transplantací, které byly v roce 2011 provedeny v jedné nemocnici.

Graf 2: Počet transplantací orgánů



Lze z výše uvedeného grafu vyhodnotit následující závěry? V každém řádku zakroužkujte „Ano“ nebo „Ne“.

Polovině pacientům, kterým byla transplantována ledvina, byla zároveň transplantována i játra.	Ano / Ne
K nejčastěji odebíraným orgánům od žijícího dárce patřily ledviny.	Ano / Ne
Každému dvacátému pacientovi bylo transplantováno srdce.	Ano / Ne
Počet transplantací orgánů stále stoupá.	Ano / Ne

Otázka 15:

V jedné zemi je zaznamenán zvýšený počet případů transplantace ledviny.

Mohou dát vědecké výzkumy odpovědi na následující otázky, které se týkají výskytu transplantací ledviny v této zemi? V každém řádku zakroužkujte „Ano“ nebo „Ne“.

Měl by existovat zákon, který by přiměl pacienty, aby dodržovali předepsanou léčbu?	Ano / Ne
Jaký je postoj veřejnosti k dodržování zásad prevence?	Ano / Ne
Jaký je vztah mezi užíváním drog a zvýšeným počtem případů selhání ledvin u narkomanů?	Ano / Ne
Kolik by měla stát návštěva u odborného lékaře – nefrologa?	Ano / Ne

Použité informační zdroje:

KOČÁREK, E. *Biologie člověka 2*. Praha: Scientia, 2010. 207 s. ISBN 978-80-86960-48-7.

Obr. 1, 2: ČÍŽKOVÁ, V. et al. *Učební úlohy z biologie*. Olomouc, 2003. 167 s. 80-7182-164-0.

Obr. 3: NOVOTNÝ, I., HRUŠKA, M. *Biologie člověka pro gymnázia*. Praha: Fortuna, 2008. 240 s. ISBN 978-80-7373-007-9.

Obr. 4: SILBERNAGL, S., DESPOPOULOS, A. *Atlas fyziologie člověka*. Praha: Grada Publishing, 1993. 352 s. ISBN 80-85623-79-X.

Graf 1:

<http://web.vscht.cz/smejkalp/OCV/Vyznam%20vody%20pro%20cloveka/Vyznam%20vody%20pro%20cloveka-S6.pdf> [cit. 2011-10-07]

Autorské řešení a bodové hodnocení

1. úloha: ledviny, plíce, kůže, trávicí trubice (4 body)
2. úloha: ledviny, močovody, močový měchýř, močová trubice (4 body)
3. úloha: B (1 bod)
4. úloha: B (1 bod)
5. úloha: ANO, NE, ANO, NE (4 body)
6. úloha: nefron (1 bod)
7. úloha: cévní část (cévní klubičko – glomerulus), tubulární část (ledvinné tubuly, kanálky) (2 body)
8. úloha: A – Henleova klička je delší a zasahuje hlouběji do dřene ledviny, kde je hypertonické prostředí. Transportními ději v Henleově kličce (aktivním transportem solí a vody napříč Henleovou kličkou) se vytváří v okolí sběracího kanálku hypertonické prostředí, které způsobuje nasávání vody ze sběracích kanálků a tím zahuštění moči. (2 body)
9. úloha: C - Molekuly vody se budou pohybovat směrem do buňky, protože v buňce je vyšší koncentrace rozpuštěných látek než v čisté vodě. Buňka byla nejprve v izotonickém prostředí a nyní ji obklopuje prostředí hypotonické. (2 body)
10. úloha: voda (1 bod)
11. úloha: a) (1 bod)
12. úloha: cca %
Kojenec 97 %
Stařec 56 % (2 body)
13. úloha: pouze otázky, které opravdu souvisí s obsahem textu
Například: Otázka A: Podle čeho lze usuzovat, že v těle pacienta probíhá zánětlivý proces doprovázený horečkou? Jak poznáme, že moč obsahuje vyšší koncentraci barviva urobilinu?
Otázka B: Značí krátkodobá změna barvy moči o příznaku onemocnění? Je nutné při zčervenání moče vyhledat lékařskou pomoc?
Otázka C: Jak poznám, že mám nemocné či poraněné ledviny, když není krev v moči patrná? Podle čeho poznám, že červenou barvu moči způsobila požitá červená řepa, a ne onemocnění či poranění ledvin? (3 body)
14. úloha: NE, NE, NE, NE (4 body)
15. úloha: NE, NE, ANO, NE (4 body)

Příl. 3 Položková analýza pretestu, posttestu 1, 2

minimální a maximální počet bodů, průměrný počet bodů, standardní odchylka, podíl průměrného a maximálního počtu bodů (index obtížnosti), Pearsonův korelační koeficient mezi počtem bodů za položku a celkovým počtem bodů (index citlivosti RIT), Cronbachovo alfa bez položky (α_{w_i})

pretest

úloha	min	max	prum	sd	prum/max	RIT	alpha_w_i
1	0	4	2,11	0,84	0,53	0,70	0,85
2	0	4	2,93	1,00	0,73	0,69	0,85
3	0	1	0,81	0,39	0,81	0,50	0,86
4	0	1	0,48	0,50	0,48	0,68	0,86
5	0	4	2,61	1,07	0,65	0,78	0,84
6	0	1	0,62	0,49	0,62	0,68	0,86
7	0	2	0,64	0,79	0,32	0,62	0,86
8	0	2	0,76	0,86	0,38	0,70	0,85
9	0	5	3,60	1,67	0,72	0,79	0,86
10	0	3	1,49	1,06	0,50	0,79	0,84
11	0	2	0,84	0,68	0,42	0,52	0,86

posttest 1

úloha	min	max	prum	sd	prum/max	RIT	alpha_w_i
1	1	4	3,11	0,75	0,78	0,75	0,89
2	1	4	3,76	0,60	0,94	0,71	0,89
3	0	1	0,92	0,27	0,92	0,57	0,90
4	0	1	0,63	0,48	0,63	0,61	0,89
5	0	4	3,54	0,77	0,89	0,62	0,90
6	0	1	0,91	0,29	0,91	0,70	0,89
7	0	2	1,40	0,73	0,70	0,68	0,88
8	0	2	1,12	0,75	0,56	0,77	0,89
9	0	2	1,47	0,78	0,73	0,80	0,88
10	0	1	0,86	0,35	0,86	0,73	0,89
11	0	1	0,81	0,39	0,81	0,79	0,89
12	0	2	1,58	0,79	0,79	0,82	0,90
13	0	3	1,75	0,94	0,58	0,76	0,90
14	0	4	2,21	1,18	0,55	0,72	0,90
15	0	4	1,82	1,23	0,45	0,70	0,90

posttest 2

úloha	min	max	prum	sd	prum/max	RIT	alpha_w_i
1	0	4	2,73	0,73	0,68	0,75	0,85
2	1	4	3,57	0,70	0,89	0,72	0,85
3	0	1	0,88	0,33	0,88	0,42	0,87
4	0	1	0,60	0,49	0,60	0,60	0,86
5	0	4	3,26	1,00	0,82	0,65	0,87
6	0	1	0,88	0,33	0,88	0,58	0,86
7	0	2	1,00	0,72	0,50	0,59	0,86
8	0	2	0,88	0,80	0,44	0,66	0,86
9	0	2	1,36	0,84	0,68	0,78	0,85
10	0	1	0,85	0,36	0,85	0,69	0,86
11	0	1	0,80	0,40	0,80	0,78	0,86
12	0	2	1,57	0,79	0,78	0,79	0,87
13	0	3	1,65	0,94	0,55	0,70	0,87
14	0	4	2,13	1,22	0,53	0,77	0,87
15	0	4	1,86	1,28	0,47	0,75	0,87

Příl. 4 Dotazníky pro žáky

Žákovský dotazník pro hodnocení badatelských aktivit

Vyplňte, prosím, následující údaje:

Jméno a příjmení:

Třída:

Datum:

Škola:

Každé tvrzení si pozorně přečtete a zakřížkujte svou odpověď.

Ujistěte se, prosím, že jste se vyjádřili ke všem tvrzením.

Do poznámek můžete napsat vaše náměty, postřehy či připomínky k ověřovaným badatelským aktivitám.

1. Jednotlivé aktivity pro mě byly zajímavé.

Aktivita	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
Sůl nad zlato?					
Vodní špeditéři					
Čistička v lidském těle					
Ledviny nejsou na všechno samy					

Poznámky:

2. Jednotlivé aktivity pro mě byly náročné.

Aktivita	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
Sůl nad zlato?					
Vodní špeditéři					
Čistička v lidském těle					
Ledviny nejsou na všechno samy					

Poznámky:

3. Jednotlivé aktivity pro mě byly srozumitelné.

Aktivita	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
Sůl nad zlato?					
Vodní špeditéři					
Čistička v lidském těle					
Ledviny nejsou na všechno samy					

Poznámky:

4. Jednotlivé aktivity pro mě byly přínosné.

Aktivita	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
Sůl nad zlato?					
Vodní špeditěři					
Čistička v lidském těle					
Ledviny nejsou na všechno samy					

Poznámky:

5. Na řešení jednotlivých aktivit jsem měl(a) dostatek času.

Aktivita	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
Sůl nad zlato?					
Vodní špeditěři					
Čistička v lidském těle					
Ledviny nejsou na všechno samy					

Poznámky:

6. Při řešení jednotlivých aktivit mi nechyběly žádné informace.

Aktivita	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
Sůl nad zlato?					
Vodní špeditěři					
Čistička v lidském těle					
Ledviny nejsou na všechno samy					

Poznámky:

7. Při řešení jednotlivých aktivit mi nechyběly žádné materiály a pomůcky.

Aktivita	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
Sůl nad zlato?					
Vodní špeditěři					
Čistička v lidském těle					
Ledviny nejsou na všechno samy					

Poznámky:

Děkujeme za vyplnění dotazníku!

Žákovský dotazník pro hodnocení pretestu

Vyplňte, prosím, následující údaje:

Jméno a příjmení:

Třída:

Datum:

Škola:

Každé tvrzení si pozorně přečtete a zakřížkujte svou odpověď.

Ujistěte se, prosím, že jste se vyjádřili ke všem tvrzením.

Do poznámek můžete napsat vaše náměty, postřehy či připomínky k ověřovanému pretestu.

1.	Úlohy v pretestu ověřovaly ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím
	znalosti				
	dovednosti				

Poznámky:

2.	Úlohy v pretestu byly ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím
	zajímavé				
	jednoduché				
	srozumitelné				

Poznámky:

3.	Na řešení úloh v pretestu jsem měl(a) ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím
	dostatek času				
	všechny potřebné informace				

Poznámky:

4.	Podobné úlohy, jako byly v pretestu, řešíme při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

Poznámky:

Děkujeme za vyplnění dotazníku!

Žákovský dotazník pro hodnocení posttestu 1, 2

Vyplňte, prosím, následující údaje:

Jméno a příjmení:

Třída:

Datum:

Škola:

Každé tvrzení si pozorně přečtěte a zakřížkujte svou odpověď.

Ujistěte se, prosím, že jste se vyjádřili ke všem tvrzením.

Do poznámek můžete napsat vaše náměty, postřehy či připomínky k ověřovanému posttestu.

1.	Úlohy v posttestu ověřovaly ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím
	znalosti				
	dovednosti				

Poznámky:

2.	Úlohy v posttestu byly ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím
	zajímavé				
	jednoduché				
	srozumitelné				

Poznámky:

3.	Na řešení úloh v posttestu jsem měl(a) ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím
	dostatek času				
	všechny potřebné informace				

Poznámky:

4.	Podobné úlohy, jako byly v posttestu, řešíme při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

Poznámky:

Děkujeme za vyplnění dotazníku!

Žákovský dotazník pro hodnocení míry využívání badatelsky orientované výuky

v biologii

Vyplňte, prosím, následující údaje:

Jméno a příjmení:

Třída:

Datum:

Škola:

Každé tvrzení si pozorně přečtete a zakřížkujte svou odpověď.

Ujistěte se, prosím, že jste se vyjádřili ke všem tvrzením.

Do poznámek můžete napsat vaše náměty, postřehy či připomínky k míře využívání badatelsky orientované výuky v biologii.

1.	Jsem zvyklý(á) samostatně řešit praktické úlohy bez daného postupu, tzn. bádát, při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

2.	Jsem zvyklý(á) samostatně pracovat s textem a dalšími zdroji při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

3.	Jsem zvyklý(á) samostatně formulovat problém, tzn. klást si otázky, na něž chci získat odpověď, při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

4.	Jsem zvyklý(á) samostatně formulovat hypotézu, tzn., co z dosavadních znalostí chci svým pokusem ověřit, při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

5.	Jsem zvyklý(á) samostatně naplánovat a připravit pokus při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

6.	Jsem zvyklý(á) samostatně provádět pokus při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

7.	Jsem zvyklý(á) samostatně zaznamenávat pozorování a měření při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

8.	Jsem zvyklý(á) samostatně interpretovat získaná data a vyhodnocovat výsledky pokusu a pozorování při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

9.	Jsem zvyklý(á) samostatně shrnout hlavní poznatky, které jsem získal(a), a naformulovat závěry práce, při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

10.	Jsem zvyklý(á) samostatně zvolit vhodnou prezentaci výsledků při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

11.	Jsem zvyklý(á) samostatně prezentovat a publikovat výsledky při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

12.	Mám raději, pokud dostanu informace v hotové podobě.	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím
	Ano.				
	Ne, raději vyhledávám sám(a).				
	Vyhledávám sám(a), jen pokud mě téma zajímá.				
	Je mi to jedno.				

Poznámky:

Děkujeme za vyplnění dotazníku!

Příl. 5 Dotazníky pro učitele

Učitelství dotazník pro hodnocení badatelských aktivit

Testovaná třída:

Název školy:

Pohlaví: žena – muž

Věk:

Délka pedagogické praxe:

Aprobace:

Typ absolvované vysoké školy:

Počet hodin biologie týdně v letošním školním roce:

Každé tvrzení si pozorně přečtete a zakřížkujte svou odpověď.

Ujistěte se, prosím, že jste se vyjádřil(a) ke všem tvrzením.

Do poznámek můžete napsat Vaše náměty, postřehy či připomínky k ověřovaným badatelským aktivitám.

1. Jednotlivé aktivity byly pro žáky zajímavé.

Aktivita	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
Sůl nad zlato?					
Vodní špeditěři					
Čistička v lidském těle					
Ledviny nejsou na všechno samy					

Poznámky:

2. Jednotlivé aktivity byly pro žáky náročné.

Aktivita	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
Sůl nad zlato?					
Vodní špeditěři					
Čistička v lidském těle					
Ledviny nejsou na všechno samy					

Poznámky:

3. Jednotlivé aktivity byly pro žáky srozumitelné.

Aktivita	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
Sůl nad zlato?					
Vodní špeditěři					
Čistička v lidském těle					
Ledviny nejsou na všechno samy					

Poznámky:

4. Jednotlivé aktivity byly pro žáky přínosné.

Aktivita	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
Sůl nad zlato?					
Vodní špeditěři					
Čistička v lidském těle					
Ledviny nejsou na všechno samy					

Poznámky:

5. Na řešení jednotlivých aktivit měli žáci dostatek času.

Aktivita	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
Sůl nad zlato?					
Vodní špeditěři					
Čistička v lidském těle					
Ledviny nejsou na všechno samy					

Poznámky:

6. Při řešení jednotlivých aktivit nechyběly žákům žádné informace.

Aktivita	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
Sůl nad zlato?					
Vodní špeditěři					
Čistička v lidském těle					
Ledviny nejsou na všechno samy					

Poznámky:

7. Při řešení jednotlivých aktivit nechyběly žákům žádné materiály a pomůcky.

Aktivita	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
Sůl nad zlato?					
Vodní špeditěři					
Čistička v lidském těle					
Ledviny nejsou na všechno samy					

Poznámky:

Děkujeme za vyplnění dotazníku!

Učitelský dotazník pro hodnocení pretestu

Testovaná třída:

Název školy:

Pohlaví: žena – muž

Věk:

Délka pedagogické praxe:

Aprobace:

Typ absolvované vysoké školy:

Počet hodin biologie týdně v letošním školním roce:

Každé tvrzení si pozorně přečtete a zakřížkujte svou odpověď.

Ujistěte se, prosím, že jste se vyjádřil(a) ke všem tvrzením.

Do poznámek můžete napsat Vaše náměty, postřehy či připomínky k ověřovanému pretestu.

1.	Úlohy v pretestu ověřovaly ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím
	znalosti				
	dovednosti				

Poznámky:

2.	Úlohy v pretestu byly ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím
	zajímavé				
	jednoduché				
	srozumitelné				

Poznámky:

3.	Na řešení úloh v pretestu měli žáci ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím
	dostatek času				
	všechny potřebné informace				

Poznámky:

4.	Podobné úlohy, jako byly v pretestu, řeší žáci při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

Poznámky:

Děkujeme za vyplnění dotazníku!

Učitel'ský dotazník pro hodnocení posttestu 1, 2

Testovaná třída:

Název školy:

Pohlaví: žena – muž

Věk:

Délka pedagogické praxe:

Aprobace:

Typ absolvované vysoké školy:

Počet hodin biologie týdně v letošním školním roce:

Každé tvrzení si pozorně přečtete a zakřížkujte svou odpověď.

Ujistěte se, prosím, že jste se vyjádřil(a) ke všem tvrzením.

Do poznámek můžete napsat Vaše náměty, postřehy či připomínky k ověřovanému posttestu.

1.	Úlohy v posttestu ověřovaly ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím
	znalosti				
	dovednosti				

Poznámky:

2.	Úlohy v posttestu byly ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím
	zajímavé				
	jednoduché				
	srozumitelné				

Poznámky:

3.	Na řešení úloh v posttestu měli žáci ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím
	dostatek času				
	všechny potřebné informace				

Poznámky:

4.	Podobné úlohy, jako byly v posttestu, řeší žáci při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

Poznámky:

Děkujeme za vyplnění dotazníku!

Učitel'ský dotazník pro hodnocení míry využívání badatelsky orientované výuky v biologii

Testovaná třída:

Název školy:

Pohlaví: žena – muž

Věk:

Délka pedagogické praxe:

Aprobace:

Typ absolvované vysoké školy:

Počet hodin biologie týdně v letošním školním roce:

Každé tvrzení si pozorně přečtete a zakřížkujte svou odpověď.

Ujistěte se, prosím, že jste se vyjádřil(a) ke všem tvrzením.

Do poznámek můžete napsat Vaše náměty, postřehy či připomínky k míře využívání badatelsky orientované výuky v biologii.

1.	Žáci jsou zvyklí samostatně řešit praktické úlohy bez daného postupu, tzn. bádát, při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

2.	Žáci jsou zvyklí samostatně pracovat s textem a dalšími zdroji při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

3.	Žáci jsou zvyklí samostatně formulovat problém, tzn. klást si otázky, na něž chtějí získat odpověď, při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

4.	Žáci jsou zvyklí samostatně formulovat hypotézu, tzn., co z dosavadních znalostí chtějí svým pokusem ověřit, při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

5.	Žáci jsou zvyklí samostatně naplánovat a připravit pokus při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

6.	Žáci jsou zvyklí samostatně provádět pokus při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

7.	Žáci jsou zvyklí samostatně zaznamenávat pozorování a měření při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

8.	Žáci jsou zvyklí samostatně interpretovat získaná data a vyhodnocovat výsledky pokusu a pozorování při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

9.	Žáci jsou zvyklí samostatně shrnout hlavní poznatky, které získali, a naformulovat závěry práce, při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

10.	Žáci jsou zvyklí samostatně zvolit vhodnou prezentaci výsledků při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

11.	Žáci jsou zvyklí samostatně prezentovat a publikovat výsledky při ...	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím	nemohu posoudit
	běžné hodině					
	praktickém cvičení					
	semináři					
	jiné (doplňte)					

12.	Žáci mají raději, pokud dostanou informace v hotové podobě.	zcela souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím
	Ano.				
	Ne, raději vyhledávají sami.				
	Vyhledávají sami, jen pokud je téma zajímavá.				
	Je jim to jedno.				

Poznámky:

Děkujeme za vyplnění dotazníku!

Příl. 6 Fotografie z realizace didaktického experimentu



Seznam obrázků

Obr. 1 Schéma tří vývojových fází efektivity ve vzdělávání, upraveno podle Průchy (2009)	15
Obr. 2 Schéma experimentálního plánu, upraveno podle Gavory (1996)	52
Obr. 3 Počet žáků dle větví gymnázií v jednotlivých testech	55
Obr. 4 Počet žáků dle zaměření gymnázií v jednotlivých testech	55
Obr. 5 Zastoupení žáků (%) dle pohlaví v jednotlivých testech	56
Obr. 6 Zastoupení učitelů (%) dle aprobace	57
Obr. 7 Histogram rozdělení četností počtu dosažených bodů v pretestu u žáků experimentální i kontrolní skupiny	64
Obr. 8 Normální diagram normálního rozdělení počtu dosažených bodů v pretestu u žáků experimentální i kontrolní skupiny	64
Obr. 9 Histogram rozdělení četností počtu dosažených bodů v posttestu 1 u žáků experimentální i kontrolní skupiny	64
Obr. 10 Normální diagram normálního rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 1 u žáků experimentální i kontrolní skupiny	65
Obr. 11 Histogram rozdělení četností počtu dosažených bodů v posttestu 2 u žáků experimentální i kontrolní skupiny	65
Obr. 12 Normální diagram normálního rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 2 u žáků experimentální i kontrolní skupiny	65
Obr. 13 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v pretestu dle skupin žáků (hypotéza 1)	66
Obr. 14 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 1 dle skupin žáků (hypotéza 2)	68
Obr. 15 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 2 dle skupin žáků (hypotéza 3)	69
Obr. 16 Krabicový diagram rozdělení rozdílu počtu dosažených bodů v posttestu 1 a posttestu 2 dle skupin žáků (hypotéza 4)	70

Obr. 17 Krabicový diagram rozdělení rozdílu počtu dosažených bodů v posttestu 1 a pretestu dle skupin žáků (hypotéza 5)	71
Obr. 18 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v pretestu dle známky na vysvědčení z biologie (hypotéza 6)	71
Obr. 19 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 1 dle známky na vysvědčení z biologie (hypotéza 7)	72
Obr. 20 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 2 dle známky na vysvědčení z biologie (hypotéza 8)	73
Obr. 21 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v pretestu dle pohlaví (hypotéza 9)	74
Obr. 22 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 1 dle pohlaví (hypotéza 10)	75
Obr. 23 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 2 dle pohlaví (hypotéza 11)	76
Obr. 24 Krabicový diagram rozdělení rozdílu počtu dosažených bodů v posttestu 1 a pretestu dle pohlaví (hypotéza 12)	77
Obr. 25 Krabicový diagram rozdělení rozdílu počtu dosažených bodů v posttestu 1 a posttestu 2 dle pohlaví (hypotéza 13)	78
Obr. 26 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v pretestu dle zájmu/nezájmu o biologii v kategorii 1 (hypotéza 14)	80
Obr. 27 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 1 dle zájmu/nezájmu o biologii v kategorii 1 (hypotéza 14)	80
Obr. 28 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 2 dle zájmu/nezájmu o biologii v kategorii 1 (hypotéza 14)	80
Obr. 29 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v pretestu dle zájmu/nezájmu o biologii v kategorii 2 (hypotéza 14)	82
Obr. 30 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 1 dle zájmu/nezájmu o biologii v kategorii 2 (hypotéza 14)	82
Obr. 31 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 2 dle zájmu/nezájmu o biologii v kategorii 2 (hypotéza 14)	82

Obr. 32 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 2 dle volby maturity z biologie (hypotéza 15)	84
Obr. 33 Krabicový diagram rozdělení počtu dosažených bodů v posttestu 2 dle volby studia biologie na vysoké škole (hypotéza 16)	85
Obr. 34 Srovnání průměrné procentuální úspěšnosti žáků dle skupin v jednotlivých položkách pretestu	87
Obr. 35 Srovnání průměrné procentuální úspěšnosti žáků dle skupin v jednotlivých položkách posttestu 1	88
Obr. 36 Srovnání průměrné procentuální úspěšnosti žáků dle skupin v jednotlivých položkách posttestu 2	89
Obr. 37 Souhrnný graf průměrné procentuální úspěšnosti žáků experimentální skupiny a kontrolní skupiny v pretestu a posttestu 1, 2	90
Obr. 38 Souhrnný graf průměrné procentuální úspěšnosti žáků experimentální a kontrolní skupiny v jednotlivých položkách posttestu 1 a 2	90
Obr. 39 Souhrnný graf průměrné procentuální úspěšnosti žáků experimentální a kontrolní skupiny ve znalostních úlohách pretestu i posttestu 1, 2	91
Obr. 40 Souhrnný graf průměrné procentuální úspěšnosti žáků experimentální a kontrolní skupiny ve vybraných dovednostních úlohách pretestu i posttestu 1, 2	91

Seznam tabulek

Tab. 1 Typy testových úloh v pretestu	44
Tab. 2 Dimenze kognitivních procesů v pretestu, upraveno podle Byčkovského, Kotáska (2004)	44
Tab. 3 Specifikační tabulka dovednostních úloh v pretestu, upraveno podle Řezníčkové et al. (2013)	45
Tab. 4 Počty otázek v jednotlivých úlohách pretestu a jejich bodové hodnocení	45
Tab. 5 Typy testových úloh v posttestu 1, 2	46
Tab. 6 Dimenze kognitivních procesů v posttestu 1 a 2, upraveno podle Byčkovského, Kotáska (2004)	46
Tab. 7 Specifikační tabulka dovednostních úloh v posttestu 1 a 2, upraveno podle Řezníčkové et al. (2013)	47
Tab. 8 Počty otázek v jednotlivých úlohách posttestu 1, 2 a jejich bodové hodnocení	47
Tab. 9 Hodnocení reliability testů pomocí Cronbachova alfa	48
Tab. 10 Hodnocení reliability testů pomocí Cronbachova alfa bez položky	48
Tab. 11 Hodnocení obtížnosti testových úloh pomocí indexu obtížnosti P	48
Tab. 12 Hodnocení citlivosti testových úloh pomocí indexu citlivosti RIT	49
Tab. 13 Srovnání učitelova odhadu a průměrných odpovědí žáků z jednotlivých dotazníků pomocí korelačního koeficientu	50
Tab. 14 Celkový počet učitelů a žáků účastnících se experimentu v jednotlivých školách a třídách	54
Tab. 15 Počet učitelů, jejich průměrný věk a délka praxe	57
Tab. 16 Zastoupení učitelů dle skupin, jejich průměrný věk a délka praxe	57
Tab. 17 Výsledky obsahové analýzy kurikulárních dokumentů	63
Tab. 18 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 1	66
Tab. 19 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 2	67
Tab. 20 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 3	68

Tab. 21 Výsledky párového t-testu pro hypotézu 4	69
Tab. 22 Výsledky párového t-testu pro hypotézu 5	70
Tab. 23 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 9	73
Tab. 24 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 10	74
Tab. 25 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 11	75
Tab. 26 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 12	76
Tab. 27 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 13	77
Tab. 28 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro kategorii 1 hypotézy 14	79
Tab. 29 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro kategorii 2 hypotézy 14	81
Tab. 30 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 15	83
Tab. 31 Výsledky dvouvýběrového t-testu pro hypotézu 16	84
Tab. 32 Úspěšnost žáků experimentální a kontrolní skupiny dohromady v jednotlivých testech	85
Tab. 33 Úspěšnost žáků dle skupin v pretestu	86
Tab. 34 Úspěšnost žáků dle skupin v posttestu 1	86
Tab. 35 Úspěšnost žáků dle skupin v posttestu 2	86
Tab. 36 Průměrná procentuální úspěšnost žáků dle skupin v jednotlivých položkách pretestu	87
Tab. 37 Průměrná procentuální úspěšnost žáků dle skupin v jednotlivých položkách posttestu 1	88
Tab. 38 Průměrná procentuální úspěšnost žáků dle skupin v jednotlivých položkách posttestu 2	89
Tab. 39 Průměrné skóre hodnocení vybraných kategorií badatelských aktivit	92
Tab. 40 Průměrné skóre hodnocení vybraných vlastností testových úloh	93
Tab. 41 Průměrné skóre užívání testových úloh pretestu ve vyučovacích jednotkách ..	93
Tab. 42 Průměrné skóre užívání testových úloh posttestu 1 ve vyučovacích jednotkách	93

Tab. 43 Průměrné skóre užívání testových úloh posttestu 2 ve vyučovacích jednotkách	94
Tab. 44 Průměrné skóre realizace BOV ve vyučovacích jednotkách	94

Přílohy na CD

Příl. 7 - Prezentační výukový program

Příl. 8 - Metodický návod pro realizaci klasicky vedené výuky

Příl. 9 - Průběh realizace didaktického experimentu pro klasicky vedenou výuku

Příl. 10 - Metodický návod pro realizaci badatelsky vedené výuky – metodická příručka pro učitele

Příl. 11 - Pracovní materiály pro žáky

Příl. 12 - Průběh realizace didaktického experimentu pro badatelsky vedenou výuku