

Univerzita Karlova v Praze
Pedagogická fakulta

Katedra biologie a environmentálních studií

DISERTAČNÍ PRÁCE

Vliv praktické výuky na motivaci žáků středních škol ke studiu biologie

Influence of practical courses on the upper secondary school students'
motivation to study biology

Vanda Janštová

Vedoucí práce:	RNDr. Lenka Pavlasová, Ph.D.
Konzultant:	Doc. RNDr. Jan Černý, Ph.D.
Studijní obor:	Vzdělávání v biologii

2015

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma „Vliv praktické výuky na motivaci žáků středních škol ke studiu biologie“ vypracovala pod vedením vedoucího 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 23. 9. 2015

.....

Vanda Janštová

Poděkování:

Děkuji všem, bez nichž by tato práce nemohla vzniknout. Řada osob mi pomohla při realizaci výzkumu, psaní práce a celkově mě podporovala.

Děkuji doktorce Lence Pavlasové za podporu v průběhu celého studia, Honzovi Černému a Honzovi Mourkovi za rady a optimismus, Martinovi Jáčovi a Radce Dvořákové za příjemnou a konstruktivní spolupráci.

Velký dík patří všem kolegům učitelům a jejich žákům, kteří se zúčastnili výzkumu.

My huge thanks belongs to Adie Graham and the whole kiwi family. I am also grateful to Peter Rawlins and Carol Walkley.

V neposlední řadě děkuji svým sponzorům a rodině nejen za konstruktivní připomínky a pomoc při realizaci a psaní práce.

Abstrakt

Důvody poklesu zájmu žáků o přírodní vědy a o studium těchto věd jsou předmětem výzkumu v rozvinutých zemích včetně České republiky již několik dekad. Zároveň je klíčovou otázkou jak je možné žáky k zájmu o přírodní vědy přivést a motivovat je ke studiu těchto předmětů. Nabízí se celá řada forem i metod výuky. V této práci byl zkoumán vliv praktických cvičení na motivaci středoškolských žáků ke studiu biologie. Od středoškolských učitelů biologie byly získány údaje o zastoupení tematických celků v praktické výuce. Jako jeden z nejméně zastupených celků vyšla molekulární biologie a genetika. Pro tento tematický celek byla navržena a otestována praktická cvičení. Bylo ukázáno, že navržená jednodenní cvičení mají kladný vliv na motivaci žáků ke studiu biologie. Dále byly zjišťovány vlivy dalších proměnných (věk, pohlaví, počet praktických cvičení v běžné výuce) na motivaci žáků. Míra motivace českých žáků byla porovnána s motivací žáků z Nového Zélandu. V obou zemích byli ke studiu biologie motivovanější mladší žáci a chlapci, novozélandští žáci dosáhli vyšších motivačních skóre než čeští. Aby bylo možné popsat, co ke studiu biologie přivedlo žáky, kteří o ni mají hlubší zájem, bylo provedeno šetření mezi řešiteli Biologické olympiády, Středoškolské odborné činnosti, účastníky odborného biologického soustředění a volitelných seminářů.

Klíčová slova: motivace, praktické cvičení, biologie, molekulární biologie, střední škola

Abstract

The reasons for the decline in students' interest in science have been studied for the last decades. The key question is how to stimulate this interest and motivate students and pupils to study science. Part of this thesis was testing the influence of practical courses on upper secondary school students' motivation toward studying biology. To start with, it was found out how many practical courses were taught for each biology topic at Czech upper secondary schools. Molecular biology and genetics emerged as one of the topics with the lowest number of practical courses. Therefore, molecular biology practical courses have been proposed and tested. It was shown that these practical courses can increase students' motivation scores. The possible influence of age, gender and number of practical courses during biology lessons on motivation was tested as well. Motivation of Czech students was compared to motivation of New Zealand students. Younger students and boys were more motivated to study biology in both countries. New Zealand students were more motivated than Czech students. Motivated students like the participants in the Biology Olympiad, Students' Professional Activities, biology summer course and optional biology courses were used to describe the origin of their motivation toward biology.

Key words: motivation, practical course, biology, molecular biology, upper secondary school

Seznam zkratek

ANOVA - Analysis of variance, analýza rozptylu

BOV - badatelsky orientovaná výuka

ČR - Česká republika

DNA - Deoxyribonucleic acid, deoxyribonukleová kyselina

EMBO - European Molecular Biology Organization, Evropská organizace pro molekulární biologii

ICT - Information and Communication Technologies, informační a komunikační technologie

ISCED - International Standard Classification of Education, mezinárodní standardní klasifikace vzdělávání (ISCED 3 odpovídá středoškolskému vzdělávání)

IVT - informační a výpočetní technika jako středoškolský předmět

PCR - Polymerase chain reaction, polymerázová řetězová reakce

PISA - Programme for International Student Assessment, Program pro mezinárodní hodnocení žáků

PřF UK - Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze

Rh faktor - Rhesus faktor, jeden z krevních typů

RVP-G - Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

RVP-ZV - Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

SŠ - střední škola

ŠVP - Školní vzdělávací program

TV - tělesná výchova

ZSV - základy společenských věd

ZŠ - základní škola

Obsah

1	Úvod	10
1.1	Vymezení pojmů	10
1.2	Přístupy k výuce přírodovědných předmětů	13
1.3	Pokles zájmu žáků o studium přírodních věd	17
1.4	Jak žáky pro přírodní vědy zaujmout	20
1.4.1	Badatelsky orientovaná výuka	21
1.4.2	Integrovaný přístup	22
1.4.3	Informační a komunikační technologie – využití počítačů	24
1.4.4	Modely	26
1.4.5	Hry a simulace	27
1.4.6	Exkurze	27
1.4.7	Projektová výuka	28
1.4.8	Praktická cvičení	30
1.4.9	Odborná přírodovědná soustředění	35
1.4.10	Soutěže a předmětové olympiády	36
1.5	Vybrané faktory ovlivňující zájem o přírodní vědy a motivaci pro jejich studium	36
1.5.1	Pohlaví	37
1.5.2	Věk	38
2	Výzkumné otázky a předpoklady	40
3	Cíle	42
4	Materiál, metodika a účastníci výzkumu	43
4.1	Dotazníky	43
4.2	Statistické zpracování dat	43
4.3	Zastoupení jednotlivých oblastí biologie v praktické výuce (dílčí cíl 1)	45
4.3.1	Pilotní výzkum	45

4.3.2	Plošné zjišťování (on-line dotazník).....	46
4.4	Navržení a otestování úloh pro praktická cvičení (dílčí cíl 2).....	48
4.4.1	Hodnocení praktických cvičení z molekulární biologie žáky	50
4.4.2	Hodnocení praktických cvičení z molekulární biologie vyučujícími.....	51
4.5	Vliv praktických cvičení a dalších proměnných na motivaci žáků (dílčí cíl 3)....	52
4.6	Porovnání motivačního skóre žáků v České republice a na Novém Zélandu (dílčí cíl 4)	54
4.7	Žáci se zájmem o biologii (dílčí cíl 5)	55
5	Výsledky.....	58
5.1	Zastoupení jednotlivých oblastí biologie v praktické výuce.....	58
5.1.1	Pilotní verze dotazníku pro učitele	58
5.1.2	On-line verze dotazníku pro učitele.....	61
5.2	Navržení a otestování úloh pro praktická cvičení.....	75
5.2.1	Hodnocení praktických cvičení z molekulární biologie žáky	76
5.2.2	Hodnocení praktických cvičení z molekulární biologie vyučujícími.....	80
5.3	Vliv praktických cvičení a dalších proměnných na motivaci žáků	81
5.3.1	Charakteristika respondentů	81
5.3.2	Testování hypotéz a vztahů mezi proměnnými	84
5.4	Porovnání motivačního skóre žáků v České republice a na Novém Zélandu.....	91
5.4.1	Novozélandští žáci.....	91
5.4.2	Porovnání motivačních skóre českých a novozélandských žáků	94
5.5	Žáci se zájmem o biologii	96
6	Diskuze	103
6.1	Dílčí cíl 1. Zastoupení jednotlivých oblastí biologie v praktické výuce.....	103
6.2	Dílčí cíl 2. Navržení a otestování úloh pro praktická cvičení.....	104
6.3	Dílčí cíl 3. Vliv praktických cvičení a dalších proměnných na motivaci žáků...	107

6.4	Dílčí cíl 4. Porovnání motivačního skóre žáků v České republice a na Novém Zélandu	109
6.5	Dílčí cíl 5. Žáci se zájmem o biologii	110
6.6	Limity výzkumu.....	113
6.7	Náměty pro další výzkum	113
6.8	Doporučení pro praxi	114
7	Závěr.....	116
8	Seznam použitých informačních zdrojů	118
9	Seznam příloh.....	160
9.1	Příloha 1 pilotní dotazník Ia pro učitele.....	161
9.2	Příloha 2 on – line dotazník Ib pro učitele	165
9.3	Příloha 3 dotazník IIa pro žáky, hodnocení praktických cvičení.....	187
9.4	Příloha 4 dotazník IIb pro učitele v souvislosti s praktickým cvičením	189
9.5	Příloha 5 motivační dotazník IIIa pro žáky (verze v čase T_0).....	191
9.6	Příloha 6 dotazník IIIb pro žáky (verze po šesti týdnech, v čase T_1).....	194
9.7	Příloha 7 dotazník IIIc novozélandská verze, Biology motivation questionnaire	196
9.8	Příloha 8 dotazník IV pro účastníky Ústředního kola Biologické olympiády	203
9.9	Příloha 9 osnova polostrukturovaného rozhovoru s bývalými účastníky Ústředního kola Biologické olympiády	210
10	Seznam tabulek.....	211
11	Seznam grafů	213

1 Úvod

Předkládaná disertační práce se zabývá zájmem žáků o přírodní vědy, zejména biologii a motivací žáků ke studiu biologie. Konkrétně je práce zaměřena na žáky středních škol, zejména gymnázií, v České republice a částečně na Novém Zélandu. Byla zkoumána motivace žáků ke studiu biologie a testováno, které faktory mají na motivaci vliv. Dále bylo u žáků, kteří mají zájem o biologii (např. soutěžící v Biologické olympiádě, či účastníci odborného biologického soustředění) zkoumáno co (který podnět, která osoba) je k tomuto oboru přivedlo.

1.1 Vymezení pojmů

Základními pojmy, které budou používány v dalším textu jsou motivace, hodnota, zájem a postoj.

Motivace žáků je jedním ze základních předpokladů pro úspěšně probíhající výuku (Čáp & Mareš, 2007; Fontana, 2010; Hrabal, Man & Pavelková, 1984). Přesto pojem motivace nemá ustálenou definici. Obecně pojmy motiv a motivace označují vnitřní puzení k nějaké aktivitě (Bandura, 1986). V českém prostředí Nakonečný (2004) popisuje motivaci jako proces zvýšení nebo poklesu aktivity, mobilizace sil a energetizace organismu. Motivační cyklus popisuje, jak motivace vede k uspokojování životních potřeb a to jak fyzických, tak sociálních. Je tedy příčinou našeho chování, které (většinou) trvá, dokud nedojde k uspokojení potřeby. Pohnutkou k činnosti je tzv. motiv. Ten dále usměrňuje chování jedince (Švancara, 1973). Motivaci dělíme na primární, která se odvíjí od biologických potřeb, a sekundární, která obsahuje naučené chování (Linhart, 1982). V této práci se budu dále zabývat sekundární motivací, která je zásadní i pro školní praxi. Motivace zároveň může být pozitivní nebo negativní. Negativní motivace inhibuje školní výkon žáků. To může vést až k dlouhodobému znemožnění naplnění potřeb žáka a k frustraci. Frustraci můžeme popsat jako „psychický stav, který je výsledkem znemožnění uspokojení některé z potřeb člověka“ (Hrabal et al., 1984). Projevuje se jako vnitřní nespokojenost a napětí. Školní činnost žáka je motivována třemi hlavními potřebami¹: poznávací, výkonovou a sociální. V důsledku toho rozlišujeme poznávací, sociální a výkonovou motivaci (Pavelková, 2002). *Poznávací motivace* vychází, jak bylo řečeno, ze sekundární potřeby poznávání. Ta může být spojena s potřebou řešit problémy. Úzce souvisí s vnitřní motivací

¹ Potřeby jsou proměnné, které jsou zdrojem motivace. Mohou být primární, tedy biologické a sekundární, naučené (Hrabal, Man, & Pavelková, 1984).

(Lokša & Lokšová, 1999). Pokud jsou poznávací potřeby správně rozvinuty, samy dále vedou jedince k úsilí o rozšíření poznání (Hrabal et al., 1984). *Výkonová motivace* v sobě obsahuje dvě potřeby: dosáhnout úspěchu a vyhnout se neúspěchu. Využívání potřeby úspěchu k motivování žáků může kladně ovlivňovat jejich školní výkon. Zároveň je nutné dát pozor, aby přílišná kritika žáky nemotivovala k vyhýbání se neúspěchu (Pavelková, 2002). *Sociální motivace* vychází z potřeby interakce žáka s okolím a identifikace žáka se vzory. Zároveň souvisí s potřebou vlivu (Hrabal et al., 1984). Osobnost každého žáka je specificky motivačně zaměřena. V závislosti na tomto zaměření se vytvářejí zájmy a hodnoty, které jsou posléze relativně stabilní v čase (Hrabal et al., 1984).

Byly specifikovány jednotlivé složky motivace k učení se přírodním vědám (např. Eccles & Wigfield, 2002; Pintrich, 2004). Konkrétně se jedná o tyto složky: vnitřní motivace (učení se přírodním vědám pro ně jako takové), vnější motivace (učení se přírodním vědám jako prostředek, který vede k nějakému cíli), osobní důležitost (důležitost učení se přírodním vědám kvůli cílům žáka), sebeurčení („self – determination“, aktivní kontrola žáků nad svým učením se přírodním vědám), výkonnost („self – efficacy“, sebedůvěra žáků, že v přírodních vědách dosáhnou dobrého výsledku) a úzkost ze známkování. Jinými slovy lze říci, že vnitřní motivace je v počátcích přirozená zvědavost a vnější motivace ve školním prostředí zahrnuje známkování, vysvědčení, sdělení rodičům, testy, zkoušení, pochvalu (Fontana, 2010). Motivace ke studiu přírodních věd i zájem o ně přímo souvisí s dosaženými výsledky žáků (Areepattamannil, Freeman, & Klinger, 2011). Motivaci může podpořit zpevnování (posilování; zvyšuje pravděpodobnost, že činnost bude opakována). To vzniká, když láska k osobní zálibě či činnosti s ní spojené jedinci/žákovi v dětství získávaly pozornost, chválu a povzbuzování od rodičů. Činnost postupně přináší i další odměny než jen chválu (Fontana, 2010, s. 214).

S motivací souvisí i pojem nuda. Nuda je negativní prožitek, který následně přispívá k hodnocení celkového prožitku. Zpravidla je důsledkem frustrace potřeby poznávání. Vzniká, pokud podněty (tzv. incentive) nejsou pro žáka na odpovídající úrovni. To znamená, že mohou být buď nad úrovní, nebo pod ní. Výsledkem je nízká stimulační hodnota vyučování. Nudit se tedy ve škole mohou žáci různého školního prospěchu. Příčinou bývá jednotvárnost vyučovacích hodin nebo subjektivně vnímaná neužitečnost vyučovacím předmětu. Žáci mohou na prožívanou nudu reagovat různě, mohou se stáhnout do sebe, být agresivní, či si najít jinou aktivitu (Hrabal et al., 1984).

Hodnota označuje význam připisovaný činnosti nebo nějakému objektu. Pokud něco hodnotíme kladně, zaujímáme k tomu kladný postoj. To dále ovlivní naše snažení a cíle (Smékal, 2002). Hodnoty mohou být chápány i jako měřítko pro posuzování jevů a předmětů.

Zájem je typ fascinace, nikoliv dlouhodobé puzení (Bandura, 1986). Okamžitý zájem může být snáze iniciován učitelem, ale nepřetrvává dlouho (Hidi & Harackiewicz, 2000). Zájem může pomáhat při zvládnání kázně ve třídě a učitelé ho využívají, aby ukázali, že přírodovědné předměty mohou být zábavné (Abrahams, 2009). Učitel sám může zájem rozvinout. Pokud k tomu poskytuje vhodné příležitosti, ukáže žákům, k čemu je takový zájem užitečný. Je také vhodné nehodnotit kompetenci žáků v dovednostech, které se zájmem souvisejí, dokud nemají dostatek příležitostí nezbytných pro jejich vytvoření (Fontana, 2010). Podmínkou pro vznik vnitřních zájmů je totiž očekávání a následně prožívání úspěchů spojených s učením a prováděnými činnostmi (Linhart, 1982). Zároveň by učitel měl dávat najevo vlastní nadšení pro činnost (Fontana, 2010).

Postojem chápeme vztah mezi jedincem/žákem, který se učí, a (ve školním prostředí) vyučovacím předměty včetně činností, které v daných předmětech probíhají (Čáp & Mareš, 2007). Postoje mají tři základní složky: kognitivní, tj. znalosti; afektivní, tj. pocity a behaviorální, tj. sklon k akci. Pokud mluvíme o postoji, musíme o něm vždy uvažovat konkrétně ve vztahu k něčemu (nebo někomu). Postoje jsou v čase relativně stabilní, jsou součástí dlouhodobé paměti. I přesto je možné je měnit (Bagozzi & Burnkrant, 1979; Fontana, 2010). Allport & Fishbein (1967) definují postoj jako mentální a nervový stav připravenosti k reagování, který se utváří na základě zkušenosti a má usměrňující vliv na chování.

Postoje ovlivňují naše chování. Nemohou být pozorovány nebo měřeny přímo (Saleh & Khine, 2011), verbálně je vyjadřujeme jako názory (Fontana, 2010). Byl vyvinut způsob, jak postoje měřit nepřímo (Thurstone, 1928), který dále rozvinul a zdokonalil Likert (1932) pomocí dodnes užívaných výroků a (ne)souhlasu s nimi na původně sedmibodové škále. Dnes je často využívána škála pětibodová.

1.2 Přístupy k výuce přírodovědných předmětů

Výuka a vzdělávání v přírodovědných předmětech probíhají v širším slova smyslu takřka od nepaměti. Mnozí autoři se zamýšlejí nad smyslem a provedením a také nad proměnami tohoto vzdělávání v čase. Styl výuky totiž může negativně nebo pozitivně ovlivnit zájem žáků o daný předmět a tím i jejich výsledky. Pokud zájem klesá, výsledky se zhoršují a dochází ke krizi daného přístupu k výuce. To většinou dříve či později vyústí v hledání nového přístupu. V českém prostředí se této problematice věnovali Škoda a Doulík (2009). Autoři přináší přehled následujících paradigmat, která jsou zde krátce rekapitulována.

Practicistní paradigma – zaměření na praktický život

První zavedení jednotného systému do přírodovědného vzdělávání proběhlo v 18. století. V českých zemích (resp. Rakousku Uhersku) byl v roce 1774 kodifikován Všeobecný školní řád, týkající se škol, které bychom dnes nazvali základní. Z přírodních věd se vyučovala matematika² a přírodopis. Tyto předměty měly podobu poznatků zaměřených na praxi, žáci nebyli vedeni ke zkoumání přírodních jevů a souvislostí. To se nezměnilo ani se vznikem tzv. reálek na začátku 19. století. Ve druhé polovině 19. století začaly vznikat i česky psané učebnice přírodních věd, protože došlo k posílení výuky těchto předmětů. Druhá polovina 19. století přinesla rozrůznění předmětů přírodovědného výzkumu a přírodovědného vzdělávání a zároveň nahrazování practicistního paradigmatu. Byla zavedena povinná školní docházka (1869) a výuka postupně obsahovala čím dál tím větší kvantum informací. To vyústilo v nutnost systematizace výuky, ve které se v důsledku toho začaly objevovat i teoretické poznatky.

Paradigma moderního přírodovědného vzdělávání

S (vědecko) průmyslovou revolucí, množstvím přírodovědných objevů (teorie relativity, radioaktivita, kvantová teorie) i novým přístupem pedagogiky (přirozená výchova, praktické vzdělávání pro život, pedocentrický přístup) došlo k rozvoji přírodovědného kurikula a formulování jeho cílů. Můžeme rozlišit dva přístupy k základnímu přírodovědnému vzdělávání a to “studium přírody” a “elementární přírodovědu” (Hassard,

² Matematika není v současných vzdělávacích dokumentech řazena mezi přírodní vědy (vzdělávací oblast Člověk a příroda) a je vyčleněna do samostatné vzdělávací oblasti (RVP, 2007).

1995). Studium přírody má hlavní cíl vytvořit u žáků kladný vztah k přírodě. Soustřeďuje se tedy na zoologii a botaniku, zejména v okolí školy. Velkou roli hraje osobní příklad učitele a prožitek žáků. Oproti tomu elementární přírodověda se zabývá významnými myšlenkami a klade důraz na jejich porozumění. Žáci nemusí tolik prožívat, ale musí pochopit již objevené. Důraz je kladen na kognitivní cíle. Z tohoto patrně vychází například potlačování bádání v dnešní výuce. Žáci postupně přestávají chápat praktické poznatky a souvislost s každodenním životem.

Pragmatické paradigma

Pragmatismus vychází z empirické a pozitivistické tradice. Ovlivnily ho mimo jiné myšlenky J. Deweye - pedagogický proces se soustřeďuje zejména na dítě. Důraz je kladen na zkušenosti ("learning by doing"). Obsah výuky ztrácí důležitost na úkor pracovní činnosti ve výuce. Do výuky je tak zařazeno pozorování, experimentování a ověřování hypotéz po jejich formulaic. Je snaha zahrnout problémy, které souvisí s běžným životem a zároveň umožní použít vědecké metody. Později toto propojení s běžným životem (částečně) splňuje projektová výuka.

Polytechnické paradigma

Vyvinulo se po 2. světové válce, kdy pokrok ve vědě a technice vyvolal nárůst objemu poznatků, které se předávaly žákům. Polytechnické paradigma ukončilo přístup zaměřený na žáka, soustředilo se na kognitivní cíle a přehlíželo každodenní život. Obsah byl tedy dán poznatky daných oborů bez ohledu na potřeby jedince, navíc nebyla věnována pozornost způsobu, jakým si žáci učivo osvojí. Tento přístup byl ovlivněn i rozvojem technologií a zbrojením v průběhu studené války.

Později bylo polytechnické paradigma v anglosaských zemích vystřídáno humanistickým paradigmatem a v zemích bývalého východního bloku a některých západních zemích paradigmatem scientickým.

Humanistické paradigma

Klade důraz na rozvoj tvořivosti. Zastává názor, že např. evoluce je jedna z hypotéz, nikoli fakt a celkově se řídí myšlenou “zpět k základům”. Přírodovědné vzdělávání je ale nesystematické a útržkovité, bez dostatečného zobecnění a abstrakce. Důraz na zkušenosti v době, kdy se přírodní vědy bouřlivě rozvíjí, vedl ke snížení nároků a i schopnosti žáků kriticky pracovat s vědeckými poznatky.

Scientistické paradigma

Prosazuje ve výuce přírodních věd vysokou míru abstrakce, zobecňování a provázanosti na matematiku. Výuka je náročná, postupuje rychlým tempem a podle zastánců tak žáky více rozvíjí. Soustředí se na kognitivní cíle a řídí se striktními osnovami. Jako úspěšná žakovská strategie se tam ukazuje memorování bez pochopení vztahů. Na obranu tohoto paradigmatu je nutno říci, že teorie pracuje s principy individuálního rozvoje jednotlivých žáků, což se ale v praxi často pomíjí. Toto paradigma mělo za výsledek značnou neoblíbenost přírodovědných předmětů mezi žáky, protože je odtržené od praktického života a žáci si musí mechanicky osvojit velké množství pojmů a poznatků (viz také White Wolf Consulting, 2009).

Na konci 80. let minulého století došlo ke krizi všech výše zmíněných paradigmat a k hledání nových cest a přístupů. Opět se skokem rozvinuly tentokrát informační technologie a společnost si postupně uvědomuje, že je nutné učit se celý život. Aktuální témata jsou globální. Jako nejzávažnější se jeví globální ekologické otázky a problémy, neoblíbenost přírodovědných předmětů, nutná redukce vyučovaného obsahu a potřebná interdisciplinarita. To vše vede k volání po změně koncepce a po reformách výuky, resp. celého školství. Škoda a Doulík (2009) tak uzavírají, že jsme právě v procesu formování nového paradigmatu pro současnou dobu.

“Soudobá multidisciplinární paradigmatata”

Tyto přístupy se pokoušejí o syntézu předchozích, tj. i využitelnost přírodovědného poznání pro praktický život žáka, i pochopení základních teoretických principů. Žáci jsou také vedeni k používání metod vědecké práce. To s sebou samozřejmě nese nutnost redukovat rozsah učiva a do větší hloubky probírat pouze vybraná témata (Škoda

& Doulík, 2009). Multidisciplinaritu chápeme jako přístup, při kterém jsou kombinovány různé vědní obory. Ty se společně věnují výzkumným i výukovým cílům.

Aktuálně se multidisciplinarita jeví jako nutná podmínka jak pro rozvoj přírodních věd, tak pro přírodovědné vzdělávání. Dochází k rozvoji řady nových disciplín, z nichž je řada hraničních (tedy na pomezí několika disciplín, jako např. bioetika, biofyzika). Navíc aktuální problémy, jako např. globální oteplování, ze svojí podstaty zasahují do více oborů (Škoda & Doulík, 2009). V české republice (ČR) má na toto reagovat definování průřezových témat v Rámcových vzdělávacích programech (RVP) („RVP G“, 2007, „RVP ZV“, 2013). Jako problematická se v tomto případě jeví velmi obecná formulace tzv. očekávaných výstupů. Ta sice umožňuje, aby si školy samy nadefinovaly náročnější výstupy a použili náročnější metody (Papáček, Čížková, Kubiátko, Petr, & Závodská, 2015), to se ale minimálně u učiva genetiky a molekulární biologie často neděje (Janštová & Jáč, 2015). Paradoxně tak nedostatečná ontodidaktická transformace, se kterou se v biologii setkáváme (Janštová & Jáč, 2015; Papáček, 2010b) může často vést k přetrvávání u transmisivního pojetí výuky (Papáček, 2010b; Papáček et al., 2015). Právě transmisivní výuku, pokud převažuje, hodnotí žáci velmi kriticky (Lyons, 2006). Je proto potřeba, aby ontodidaktická transformace učiva biologie byla prováděna a dokončována, například didaktickou rekonstrukcí (Papáček et al., 2015). Takový přístup zdůrazňoval i Dostál (1977) před několika dekádami.

V praxi doporučené pojetí často naráží na neznalost nebo neochotu učitelů. Jako problém se jeví také fakt, že v ČR nejsou učitelé biologie organizováni v žádném profesním sdružení, které by sloužilo jako platforma pro výměnu názorů, seznamování s výsledky výzkumu a podobně (Papáček et al., 2015). Taková sdružení v jsou v jiných rozvinutých zemích tradiční (Sjøberg & Schreiner, 2010).

V neposlední řadě se v současné době potýkáme s nedostatkem kvalitních a hlavně průběžně aktualizovaných učebnic (Papáček, 2010a). Jedná se o problém, který přetrvává již několik desetiletí (srovn. Dostál, 1977). Navíc není pouze český, například italští autoři udělali stejný závěr (Pavesi et al., 2008). Tento nedostatek se ale vyhýbá anglicky mluvícím zemím (viz dále kapitola 1.4.2).

Přestože během posledních dekad velmi pokročil pedagogický a didaktický výzkum, nemůžeme říci, že by se jeho poznatky vždy projevil v praxi (Hofstein & Lunetta, 2003). Výzkum se odráží např. v zaměření publikovaných návodů na praktická cvičení z biologie,

kdy je v současnosti kladen větší důraz na motivační potenciál. Nesmíme nicméně zanedbávat ani ostatní (např. kognitivní) aspekty a cíle výuky (Puttick, Drayton, & Cohen, 2015). Zároveň další autoři upozorňují na nutnost rozvíjet přírodovědnou gramotnost a kompetence žáků (Held, 2011). Právě úroveň přírodovědné gramotnosti žáků se zhoršuje (Čížková & Čtrnáctová, 2003; Held, 2007), přičemž jako příčinu vidí Held (2007) důraz na faktické vědomosti a odtržení od reálných zkušeností žáků.

Škoda & Doulík (2009) se při výhledu do budoucna domnívají, že další přírodovědné vzdělávání bude zaměřené na trvale udržitelný rozvoj a bude více individuální a virtuální. Zároveň budou součástí jeho obsahu i poznatky, které jsou dnes vnímány jako velmi odborné, např. nanotechnologie, genové inženýrství apod. Děje na úrovni buňky a vesmíru budou zkoumány převážně virtuálně.

1.3 Pokles zájmu žáků o studium přírodních věd

Motivace žáků ke studiu přírodních věd je již řadu let aktuálním tématem v mnoha rozvinutých zemích včetně ČR. Dochází totiž k poklesu zájmu žáků o přírodní vědy a jejich studium jak v ČR (Bílek, 2008; Chuchvalec, 2010; „PISA“, 2012; Škoda & Doulík, 2009; White Wolf Consulting, 2009), tak v dalších evropských (Brown, 2001; Haas, 2005; Osborne, Simon, & Collins, 2003; „PISA“, 2012; Riess, 2000) i mimoevropských (Dawson, 2000; Tytler, 2007) zemích. Stejně tak postoj žáků k přírodním vědám se zhoršuje (Abrahams, 2007; Haste, 2004). Možná i v důsledku toho ne všichni vysokoškolští studenti, kteří ke studiu přírodních věd nastoupí, studia dokončí. Jak bylo ukázáno na příkladu studentů chemie, ti, kteří nedostudují, často vykazují silnou motivaci vyhnout se neúspěchu (Shedlosky-Shoemaker & Fautch, 2015).

To vše je v kontrastu jak s pokrokem, ke kterému v oblasti přírodních věd dochází, tak s častějším využíváním biotechnologií jako je např. klonování, genetické modifikace nebo diagnostika založená na sekvenování deoxyribonukleové kyseliny (DNA). Různé inovativní přístupy jsou dnes využívány i v ochraně přírody a péči o krajinu. Je tedy zřejmé, že moderní přístupy zasahují do našich životů a jako občané bychom měli být schopni se informovaně rozhodovat na základě znalostí přírodních věd (Commission, 2004; Malcolm & Day, 2004; Papáček, 2010a; Vohra, 2000; Younès, 2000). Kromě znalostí jsou důležité i postoje, které žáci, budoucí občané a voliči, získají k přírodním

vědám. Tyto postoje budou ovlivňovat jejich rozhodnutí, i když zvolí jinou než vědeckou kariéru (Ornstein, 2006; Osborne & Collins, 2000; Sjøberg & Schreiner, 2010; Stein & McRobbie, 1997). Samozřejmě by ve výuce neměla být opomíjena etická dilemata, která s sebou biologický výzkum přináší (Giordan, 2000), například oplození *in vitro*, genetické testování, využití kmenových buněk (Hentze, Muckenthaler, & Patterson, 2009) nebo očkování (Ainsworth, 2009). Zároveň je potřeba podporovat nárůst počtů absolventů přírodních věd, aby nenastal nedostatek odborníků v těchto oborech (OECD, 2008).

Tyto požadavky měnící se doby jsou v kontrastu s tím, jak jsou přírodní vědy často vyučovány a jak je vnímají žáci. Zamýšlené a realizované kurikulum se totiž na většině škol liší. Zamýšlené kurikulum se zaměřuje na rozvoj přírodovědné gramotnosti a rozvoj žáků, který povede k dosažení daných výstupů (Rennie, Goodrum, & Hackling, 2001). Přírodovědné předměty na základních školách jsou typicky zaměřené na praktické aktivity a práci žáků, zatímco na středních školách může žáky čekat zklamání. Přírodovědné předměty tu jsou často odtržené od každodenní reality a žáci nevidí souvislost s vlastními zkušenostmi a zájmy (Rennie et al., 2001) a hodnotí je jako nudné (Ebenezer & Zoller, 1993; Goodrum, Rennie, & Hackling, 2001), případně obtížné (Lyons, 2006), což platí zejména pro chemii (Pavelková & Škaloudová, 2006). Paradoxně i snaha zahrnout všechny nové poznatky by mohla vést ke zvýšení náročnosti výuky daného předmětu, upřednostnění teoretické výuky a tím i k poklesu zájmu žáků (Čížková, 2006). Příliš rozsáhlý objem znalostí, které mají být žákům předány, je vnímán jako problém i v řadě dalších zemí (Hong, Shim, & Chang, 1998; Koul & Fisher, 2002; Lindahl, 2003; Osborne & Collins, 2001). Bylo by tedy jistě na místě zvážit, které učivo je možné vypustit právě ve prospěch nových poznatků (Škoda & Doulík, 2009; Vařejka, 2006). Tento proces již probíhá v sousedním Slovensku (Ušáková & Višňovská, 2009). I když je to samozřejmě i osobnost a přístup učitele, co ovlivňuje, které předměty si žáci zvolí (Jarvis & Pell, 2005), obsah školního vzdělávání je nutné důkladně promyslet (Janík, 2005).

Z přírodovědných předmětů (většina studií srovnává biologii, chemii a fyziku) je pro žáky obecně nejatraktivnější biologie (přírodopis), až po ní následuje chemie a fyzika (Bathgate, Schunn, & Correnti, 2014; Hrubíšková, Gorčíková, & Hyžová, 2008; Kubiátko, 2014; Pavelková & Škaloudová, 2006; Ramsden, 1998). Jako nejzajímavější žáci hodnotí ty hodiny, ve kterých mohou zkoumat živé organismy (Chudá, 2007). Pokud žáci označili jeden z přírodovědných předmětů jako svůj oblíbený, měli kladnější postoje i k dalším přírodovědným předmětům (Çokadar & Külçe, 2008).

Zajímavé srovnání žáků z 33 zemí včetně rozvojových i rozvinutých přinesl projekt ROSE³. Můžeme shrnout, že obecně si žáci myslí, že přírodní vědy a technologie jsou pro společnost důležité. V bohatších zemích (včetně ČR) nehodnotí žáci přírodovědné předměty moc pozitivně. Chlapci je vnímají o něco kladněji než dívky. Přírodovědné předměty kladněji hodnotí žáci z rozvojových zemí (Sjøberg & Schreiner, 2010). To je v souladu s řadou výzkumů z rozvinutých zemí, ve kterých žáci např. v Austrálii, Švédsku a Kanadě hodnotili výuku přírodovědných předmětů jako nudnou (Ebenezer & Zoller, 1993; Goodrum et al., 2001; Lindahl, 2003). I ve Švédsku, Anglii a Austrálii se žáci shodli, že výuka přírodních věd je často transmisivní, založená na výkladu a od žáků vyžaduje převážně memorování (Lyons, 2006). Přitom právě zaujetí pro dané předměty a aktivní zapojení se do procesu učení je klíčové pro lepší prospěch a větší motivaci žáků. Měření míry zaujetí ale může být komplikované (Azevedo, 2015; Sinatra, Heddy, & Lombardi, 2015).

Možností, jak motivovat žáky a zlepšit jejich vztah k přírodním vědám, je celá řada. Jak bylo zmíněno výše, jeden ze zásadních předpokladů je, aby učivo bylo relevantní (Hassan, 2011; Lindahl, 2003; Lindner, 2014) a mělo jasné souvislosti i s každodenními zkušenostmi žáků (Koršňáková, 2005; Mayoh & Knutton, 1997; Osborne & Collins, 2000). To se podle výzkumu provedeného ve Velké Británii často neděje (Mayoh & Knutton, 1997). Poskytnutí prostoru k diskuzi se také ukazuje jako důležitý předpoklad pro zaujetí žáků (Lyons, 2006). Pokud měli žáci možnost vybrat si téma, které je zajímalo, zjistili více informací a více se naučili. V závěru kladně hodnotili, že se dozvěděli fyzikální podstatu dějů, které znali ze své zkušenosti (Chalupková & Demkanin, 2011). Například v biologii žáci projevovali největší zájem o biologii člověka (Lindahl, 2003; Trumper, 2006; Uitto, 2014), což bylo patrné zejména u dívek (Uitto, Juuti, Lavonen, & Meisalo, 2006). Žáci si sami pokládají řadu otázek souvisejících s biologii, ne na všechny ale biologie jako školní předmět ve výuce odpovídá. I to napomáhá k pocitu, že ve škole se žáci nedozvídají relevantní informace (Cushman, 2013; Hagay & Baram-Tsabari, 2011). Existují návrhy, jak využít zájmu žáků ve výuce (Hagay, Peleg, Laslo, & Baram-Tsabari, 2013; Chalupková & Demkanin, 2011), protože právě žáci, kteří mají záliby spojené s biologii, mají k biologii lepší vztah (Prokop, Prokop, & Tunnicliffe, 2007; Prokop, Tuncer, & Chudá, 2007) a větší zájem o ni (Uitto et al., 2006). I opačně platí, že pokud žáci učivu rozumí, mají k němu kladnější vztah. Zájem žáků také vzrůstá, pokud mohou při

³ Z anglického *The Relevance of Science Education*, k roku 2015 se zapojilo přes 40 zemí z celého světa.

výuce uplatňovat samostatnost (Veselský & Hrubíšková, 2009). Emotivní stránka výuky by obecně neměla být opomíjena, protože hraje významnou roli i v osvojování si znalostí a dovedností (Zembylas, 2005).

Velkou roli samozřejmě hraje učitel. Žáky ovlivňuje například to, jakou zpětnou vazbu od učitelů dostávají. Konstruktivní zpětná vazba vede ke zvýšení vnitřní motivace žáků a jejich zájmu o daný (přírodovědný) předmět (Kiemer, Groeschner, Pehmer, & Seidel, 2015). Stejně tak podrobnější psaná zpětná vazba je účinnější než jiné, méně obsáhlé typy hodnocení školního výkonu žáků v přírodovědných předmětech (Zhang & Misiak, 2015). Kladný přístup učitele k předmětu také pozitivně ovlivňuje dosažené výsledky žáků (Abudu & Gbadamosi, 2014; George & Kaplan, 1998), jakož i celkově bezpečné prostředí ve třídě a škole, které zaručí, že se žáci např. nebojí klást otázky (Franke & Bogner, 2013; Nolen, 2003; Papanastasiou & Papanastasiou, 2004; Robinson, 2011), a možnosti volby během výuky (Franke & Bogner, 2013). Nedostatek kvalitních učitelů přírodních věd je problém v řadě zemí, například ve Velké Británii (Malcolm & Day, 2004).

Jako efektivní se ukazuje i propojení základní či střední školy (žáků i jejich učitelů) a univerzit (opět studentů i vyučujících) (Lellouch & Jasmin, 2009; Pavesi et al., 2008). Vliv na úspěšnost a postoje žáků ke školním předmětům samozřejmě ovlivňují i kamarádi, resp. příslušnost k vrstevnickým skupinám (George, 2006; Keeves, 1975; Simpson & Oliver, 1990).

1.4 Jak žáky pro přírodní vědy zaujmout

I když je vhodné zkoušet nové přístupy, s pomocí kterých lze žáky zaujmout pro přírodní vědy, a průběžně ověřovat jejich efektivitu (Shilling, 2015), existují samozřejmě i přístupy prověřené. Jak bylo zmíněno výše, obecně je zásadní, aby žáci a studenti měli možnost účastnit se výuky aktivně (Freeman et al., 2014), diskutovat a zaujímat názory třeba i na kontroverzní témata např. spojená s etikou (Kritické myšlení o.s.; Lyons, 2006). Je popsána celá řada přístupů a metod, u kterých bylo výzkumem ověřeno kladné ovlivnění žáků ve vztahu k danému předmětu. Mezi výzkumníky však nepanuje všeobecná shoda na efektivitě těchto metod a přístupů. V této kapitole budou podrobněji probrány vlivy těchto metod a přístupů, které jsou při výuce přírodních věd nejpoužívanější.

1.4.1 Badatelsky orientovaná výuka

Badatelsky orientovaná výuka (BOV) je charakterizována přítomností následujících činností ve výuce: kladení otázek, hledání důkazů, analyzování, zdůvodňování, propojování, vysvětlování a přemýšlení (F. X. Bogner & Sotiriou, 2014). Má některé společné charakteristiky s problémovou výukou, které se v našich podmínkách věnují autorky Čížková (2002) či Ušáková & Szabóová (1992). BOV může, i přes různá úskalí, zlepšit přístup k předmětu i jeho pochopení žáky (Costenson & Lawson, 1986; Geier et al., 2008; Germann, Haskins, & Auls, 1996; Lawrenz, Wood, Kirchhoff, Kim, & Eisenkraft, 2009; Papáček, 2010a; Prince & Vigeant, 2006; Uitto & Kärnä, 2014; Wolf & Fraser, 2007). Někteří autoři ale poukazují i na negativní korelaci mezi užíváním BOV a dosaženými výsledky žáků (Areepattamannil et al., 2011; Lavonen & Laaksonen, 2009). Žáci, kteří absolvují praktická cvičení vedená podle zásad BOV naopak mohou v některých případech své laboratorní schopnosti hodnotit hůře než žáci, kteří se účastnili „klasicky“ vedených cvičení (Gormally, Brickman, Hallar, & Armstrong, 2009). Existují i studie, které neprokázaly souvislost mezi využitím BOV a celkovými výsledky žáků (Tretter & Jones, 2003). BOV se ukázala jako efektivní například při výuce zásad vědecké práce (Basağa, Geban, & Tekkaya, 1994; Haury, 1993). Žáci, kteří absolvovali výuku podle zásad BOV, měli lepší schopnost řešit složitější úlohy a problémy, formulovat hypotézy a plánovat metodický postup než žáci, kteří se zúčastnili „běžné“ výuky (Tamir, Stavy, & Ratner, 1998). Absolvování BOV vedlo i k lepšímu postoji žáků k přírodním vědám (Ornstein, 2006). Nicméně i zde platí, že tato metoda musí být vyučována správně, aby mohla mít na žáky kladný vliv. Učitelé by měli být pro BOV výuku proškoleni (Brand & Moore, 2010; Edwards, 1997). To se v současné době děje s úspěchem i v zemích bývalého komunistického bloku (Kapanadze, Bolte, Schneider, & Slovinsky, 2015) včetně ČR, kde po tři roky probíhaly letní školy BOV či aktuálně probíhá školení učitelů pod záštitou Sdružení TEREZA (Sdružení TEREZA). Stejně byl zaměřený i „Pilotní projekt badatelsky orientovaného vzdělávání pro učitele přírodopisu a biologie“ („Pilotní projekt vzdělávání učitelů přírodopisu a biologie s tematikou badatelsky orientovaného vyučování, Generace Y“). Proběhlo a probíhá i několik evropských projektů zaměřených na zavádění BOV (S-TEAM, INQUIRE, SINUS). Zařazování principů BOV je doporučováno i českými didaktiky biologie (Papáček et al., 2015). Žáci, kteří se zúčastnili letního odborného soustředění, které bylo postavené na principech BOV, měli po soustředění kladnější vztah k přírodním vědám než jejich vrstevníci, kteří se soustředění

nezúčastnili. Účastníci zároveň projevili větší zájem o vědeckou kariéru (Gibson & Chase, 2002). O pozitivním vlivu BOV na motivaci žáků dnes již málokdo pochybuje a BOV je doporučována v oficiálních dokumentech jako vhodný přístup k výuce přírodních věd (Rocard, 2007). Nicméně zavádění do školní praxe není jednoduché a je nutné ho cíleně podporovat. Vyučující mohou v českém prostředí narážet na nedostatek materiálů, studijních opor i nápadů. Jak bylo zmíněno výše, toto se postupně může dařit např. díky proškolení učitelů. Zároveň je nutné si uvědomit, že BOV není vhodná pro všechny situace a témata ve výuce. Je důležité plánovat její zařazení tam, kde je účelné.

1.4.2 Integroující přístup

Kromě často skloňované BOV je doporučováno i propojování předmětů (interdisciplinarita). Je ale potřeba poznamenat, že v angličtině termín „*integrative*“ označuje spíše „integrující“, celistvou či propojenou výuku oborů v rámci jednoho předmětu, tj. intradisciplinární.

Intradisciplinární integrace

Intradisciplinární integrace v případě biologie označuje mezioborový (myšleno obory v rámci biologie) výzkum, tedy například propojení molekulární biologie a zoologie. I když není správně definovaný, skrývají se za ním principy výzkumu pro 21. století, tj. výzkum, který propojuje více oborů a má větší vysvětlovací potenciál. Dostál (1977) definuje integrovanou biologii jako „komplexní předmět, který není členěn na jednotlivé speciální učební disciplíny a každý jev v živé přírodě hodnotí z propojeného (integrovaného) pohledu všech oborů biologie“ (str. 58). Integroující biologie odráží průběžnou proměnu pojetí výzkumu i výuky, propojuje její jednotlivé obory. Biologickými obory, které propojují další obory v rámci biologie, jsou např. ekologie, buněčná a molekulární biologie nebo evoluční biologie (Wake, 2008). Výzkum i vzdělávání by se měly tomuto novému přístupu přizpůsobit a integrující přístup aktivně podporovat. To odráží i středoškolské učebnice biologie např. ve Spojených státech amerických (Miller & Levine, 2010) nebo na Novém Zélandu (např. řada učebnic BioZone dostupná i v dalších anglicky mluvících zemích, Biozone, 2014). Důležitým faktem je i to, že zmíněné středoškolské učebnice jsou průběžně aktualizovány.

Přístup intradisciplinární integrace je samozřejmě náročnější na přípravu učitelů. V důsledku této náročnosti není tolik využíván a ve škole jsou obsahem předmětu biologie

často izolované poznatky, kterým chybí propojení právě prostřednictvím evoluční či buněčné biologie (Giordan, 2000). To, že se témata jako molekulární a buněčná biologie běžně vyučují v rámci různých celků, které jsou v kurikulu izolovány a odděleny i několika měsíci či roky (Janštová & Jáč, 2015; Lewis, Leach, & Wood-Robinson, 2000c), vede často k zásadním nepochopením základních principů (Lewis et al., 2000c; Wood-Robinson, Lewis, & Leach, 2000).

Důležitou součástí integrujícího přístupu je skutečnost, že žáci a studenti si sami zkouší praktické úlohy, pokládání otázek a hledání odpovědí a obecně tedy napodobují vědecký přístup a kritické myšlení (Wake, 2008). Toto pojetí je samozřejmě blízké zmíněné badatelsky orientované výuce.

Interdisciplinární integrace

Interdisciplinární integrace označuje propojení různých (vědních) oborů. Například biologie, chemie, fyzika mohou dát vznik biochemii, biofyzice, fyzikální chemii apod. Zásadní význam propojení různých oborů (školních předmětů) je reflektován i v českém prostředí, např. návrhem vzniku mezioborových didaktik (Trna, 2005) a samozřejmě zařazením průřezových témat do Rámcových vzdělávacích programů („RVP G“, 2007, „RVP ZV“, 2013). Při tvorbě Školních vzdělávacích programů (ŠVP) se nabízí možnost integrovat vzdělávací obory a vytvářet tak nové předměty (Pavlasová, 2014). Minulost integrované výuky přírodovědných předmětů na základních školách přehledně shrnuje Hejnová (2011) a zamýšlí se i nad výhledem do budoucna. Jak ukazuje průzkum, který autorka provedla mezi učiteli ZŠ, většina z nich je pro zachování oddělených předmětů, i když by se nebránili integrované výuce vybraných témat. Autorka obecně prosazuje větší integraci přírodovědných předmětů (Hejnová, 2011). Současně se nejedná o zcela novou myšlenku. Zásady respektování mezipředmětových vztahů a spojení teorie s praxí a školy se životem byly formulovány již před několika dekádami (Altmann, 1975). Lze najít náměty témat, které k propojení různých oborů přímo vybízejí a umožňují tak studentům získat komplexní znalosti např. kvašení v biologii a chemii (Hooker, Deutschman, & Avery, 2014) nebo zbarvení ve fyzice a v biologii (Liu, 2013). Na příkladu propojení chemie a biologie (témata alkohol, farmakologie) bylo ukázáno, že při takovéto interdisciplinární výuce dojde jak ke zvýšení znalostí (proškolených) učitelů (i po jednom roce od školení), tak k lepšímu pochopení konceptů obou předmětů u žáků (Godin et al.,

2014; Kwiek, Halpin, Reiter, Hoeffler, & Schwartz-Bloom, 2007; Schwartz-Bloom & Halpin, 2003). Zároveň takto pojatá výuka kromě znalostí a dovedností kladně ovlivní i postoje k daným předmětům, jak bylo ukázáno opět na příkladu propojení biologie a chemie (Burrows, Breiner, Keiner, & Behm, 2014). Integrovaná výuka učiva různých předmětů podle očekávání klade větší nároky na učitele, jeho porozumění problematice a přípravu (Tan & Hong, 2014). Samozřejmě i v tomto případě záleží na konkrétním pojetí výuky (Wei, 2009).

Jednotlivé přírodovědné předměty mohou být efektivně propojeny i na letních soustředěních, táborech (Grant, Malloy, & Hollowell, 2013), či v rámci projektové výuky (Tamburini, Kelly, Weerapana, & Byers, 2014). O projektové výuce je pojednáno v kapitole 1.4.7, o odborných soustředěních v kapitole 1.4.9.

1.4.3 Informační a komunikační technologie – využití počítačů

Pokud jsou počítače smysluplně využívány ve výuce, může taková výuka být v dnešní době vnímána jako více relevantní (Silva, Pinho, Lopes, Nogueira, & Silveira, 2011), zajímavá (Fančovičová, 2009), případně uspokojující a může žáky vést k lepším výkonům (Hung, Sun, & Yu, 2015; Šorgo, Verčkovnik, & Kocijančič, 2010). I podle názoru učitelů vede využívání počítačů ve výuce ke zvýšení zájmu žáků o danou problematiku (Kubiatko & Ušáková, 2005). Kladný vliv informačních a komunikačních technologií (ICT) na výuku není ale automatický (Cartwright & Hammond, 2007). Jsou autoři, kteří uvádí, že možnost využívat při výuce počítač se zájmem žáků o chemii nespojuje (Veselský & Hrubíšková, 2009). Bylo ukázáno, že počítačové animace jsou vhodné ke znázornění abstraktních dějů odehrávajících se v malých měřítcích, jako je např. osmóza a difúze či genetické zákonitosti (Potyrala & Chorazki, 2002). Animace pomohly studentům zbavit se řady mylných představ (Sanger, Brecheisen, & Hynek, 2001). Jsou i další možnosti využití počítačů ve výuce. Například videokonference mají potenciál zvýšit zájem žáků o dané téma, o další práci s použitými technologiemi či o praktická cvičení z daného ředmětu (Čipková & Ušáková, 2006). Mladší žáci, zejména chlapci, mají kladnější postoj k výuce s využitím počítačů než starší žáci a dívky (Kubiatko & Haláková, 2009).

Vznik celého nového oboru, bioinformatiky, během posledních desetiletí je konkrétním příkladem rychlého rozvoje využití počítačů nejen ve výzkumu, ale také ve výuce. Bioinformatika využívá počítačů a speciálních programů k práci s velkými objemy

biologických dat, jako jsou sekvence DNA, ribonukleové kyseliny (RNA), aminokyselin, struktury molekul, struktury rozeznávané enzymy a podobně. Začlenění bioinformatiky do výuky biologie na středních školách má velký potenciál a testuje se v řadě zemí (McQueen, Wright, & Fox, 2012; Wood & Gebhardt, 2013). Je také jednou z možností, jak ve výuce ukázat moderní biologii a metody, které jsou využívány současnými profesionálními biology. Žáci tak mohou získat informace, které propojují teoretické poznatky a jejich reálné využití (McQueen et al., 2012). Přímo se zde nabízí spolupráce mezi středními a vysokými školami, která je pro žáky i akademické pracovníky a postgraduální studenty přínosná (McQueen et al., 2012; Pavesi et al., 2008). V České republice narazíme na bioinformatiku ve výuce ojediněle, ale i zde najdeme školy a učitele, kteří bioinformatiku do výuky aktivně začleňují a to v rámci volitelných seminářů. Mezi nejčastěji zmiňované důvody nezařazení do výuky patří nedostatek česky psaných metodických materiálů a nedostatečnou orientaci v rychle se rozvíjejícím oboru (Janštová & Jáč, 2015). Tyto důvody by mohly postupně pomíjet, protože bioinformatika je zařazována do výuky budoucích učitelů, kteří mohou mít k dispozici i detailní metodiku ukázkových úloh (Janštová, 2015a; Janštová & Pavlasová, nepubl.). V květnu 2014 také v České republice poprvé proběhl kurz bioinformatiky pro středoškolské učitele pořádaný Evropskou organizací pro molekulární biologii (European Molecular Biology Organization; EMBO), který dříve úspěšně absolvovala řada učitelů v jiných evropských zemích (Wood & Gebhardt, 2013).

Naopak anglicky psaných metodických materiálů (Form & Lewitter, 2011) i konkrétních rozpracovaných námětů je celá řada (Gallagher, Coon, Donley, Scott & Goldberg, 2011; Lewitter & Bourne, 2011; Offner & Pohlman, 2010; Ondřej & Dvořák, 2012; Wood & Gebhardt, 2013). Výzkumy potvrzují, že bioinformatika má své místo i ve středoškolské výuce biologie. Žáci, kteří absolvovali výuku bioinformatiky, byli lépe schopni vysvětlit souvislosti, argumentovat, využívat a zdůvodňovat fakta v diskuzi na témata spojená s genetikou. Také lépe chápali principy vědecké práce (Gelbart & Yarden, 2006; Tsui & Treagust, 2003, 2007). Tato výuka zároveň byla pro žáky motivující (Tsui & Treagust, 2003).

Počítačů se ve výuce přírodovědných předmětů využívá také při pokusech nebo pozorováních, která se provádějí na dálku na specializovaných přístrojích. Právě pomocí počítače mohou žáci pozorovat různé objekty, případně i nastavovat pozorovací podmínky. Takto se využívá například moderních elektronových mikroskopů a rozvíjí se tak znalosti

i kompetence žáků (Hunt, 2007; Hunt & Harrison, 2004). V pokročilejších uspořádáních je možné nastavovat i podmínky měření a pokusu (Ferrero, Salicone, Bonora, & Parmigiani, 2003).

1.4.4 Modely

Pro výuku abstraktních a obtížně zobrazitelných dějů ve výuce je možné a vhodné využít modely (Balgopal & Bondy, 2011; Haugwitz & Sandmann, 2010; Janštová & Jáč, 2014a, 2014b; Krajšek & Vilhar, 2010; Malacinski & Zell, 1996; Shipley, 2010). To se samozřejmě týká i výuky molekulárně biologických témat⁴. Existuje řada komerčních modelů molekul, ale zejména pro takové procesy a děje je vhodné, když si model vyrobí sami žáci. Je popsána řada konkrétních návodů pro molekulárně biologické modely a jejich využití ve školní výuce (Balgopal & Bondy, 2011; Byrd, 2000; Donovan & Venville, 2005).

Také vhodně použité analogie mohou napomoci uchopení abstraktních molekulárně biologických témat (Srinivasan, 1998; Venville & Donovan, 2006; Woody & Himelblau, 2013). Zároveň v poslední době vzniká mnoho výukových animací či textů zaměřených na aktuální témata, jako epigenetické regulace (Drits-Esser, Malone, Barber, & Stark, 2014) nebo sekvenování nové generace (Bowling, Zimmer, & Pyatt, 2014), či přiblížení Mendelových zákonů na příkladu křížení draků (Tellinghuisen, Sexton, & Shelvin, 2011).

Bylo ukázáno, že i na „modelových tématech“ – příkladech konkrétních lidských onemocnění – je možné efektivně představit i širší souvislosti biologických a biochemických dějů (Bukáčková & Janštová, 2015; Saad & Carvalho, 2015).

Zajímavé srovnání v prostředí českých gymnázií provedla Andělová (2014). Stejná molekulárně biologická témata (strukturu DNA, replikaci, transkripci a translaci) vyučovala u poloviny žáků pomocí počítačových modelů a animací, a u druhé poloviny pomocí reálných komerčně dostupných 3D modelů a modelů, které si žáci sami vytvořili. Před výukou, týden a šest týdnů po výuce testovala znalosti žáků a porovnávala obě skupiny spolu s vlivem dalších proměnných. To, zda žáci používali počítačové nebo reálné modely, nemělo vliv na úroveň jejich znalostí, obě metody byly stejně efektivní. Motivace ani vztah žáků k biologii nebyly v této práci zkoumány (Andělová, 2014). Stejně závěry

⁴ Žáci jako nejsložitější na pochopení hodnotí například dělení buněk, genetiku či dýchání na buněčné a molekulární úrovni (Çimer, 2012).

o rovnocennosti virtuálního a fyzického prostředí z hlediska získaných znalostí žáků základních škol učinili američtí autoři (Klahr, Triona, & Williams, 2007).

1.4.5 Hry a simulace

Obdobně existuje řada simulačních i jiných her a dramatizací (Sturm, 2009), pomocí kterých je možné žákům názorněji přiblížit přírodní jevy a jejich podstatu. Zásadní součástí by vždy mělo být vyhodnocení hry se zpětnou vazbou zaměřenou nejen na obsah, ale i na pocity a zobecnění (Kriz, 2008). Metodické zásady rozpracovala např. Skýbová (2009) v příručce věnující se ekologicky laděným hrám. Jak autorka zmiňuje, didaktické hry jsou efektivní a mohou plnit roli plnohodnotného výchovně vzdělávacího prostředku. Výhodou je, že správně zadané, vedené a reflektované hry mj. rozvíjejí osobnost, pomáhají vcítění se do problematiky či rozvíjejí abstraktní myšlení (Skýbová, 2009). Jak ukazuje příklad „DNA detektivní hry“, můžeme využitím této metody rozvíjet i etické uvažování a chování žáků (Wallace-Müller, 2011). Hry samozřejmě mohou být jak situační (včetně hraní rolí), tak počítačové simulace. Náměty v českém jazyce vznikají i jako součást absolventských prací. Výhodou je, že v takovém případě jsou tyto hry zpravidla ověřené ve výuce, případně byl měřen jejich dopad a byly hodnoceny žáky a pedagogy. Příkladem pro české prostředí může být výukový CD – ROM zaměřený na mikrobiologii (Pulkrábková, 2008), protozoologii či mykologii (Vačkářová, 2015).

1.4.6 Exkurze

Exkurze mohou být různě dlouhé a různě zaměřené. Vždy by ale měly obsahovat všechny důležité fáze počínaje přípravou učitele a žáka až po jejich zhodnocení a zpracování získaného materiálu (Pavlasová, 2014). Dobře připravené a vedené exkurze mohou mít kladný vliv na vztahy ve třídě i mezi žáky a učitelem (Hamilton-Ekeke, 2007), stejně jako na postoj k přírodním vědám a přírodě (Prokop, Tuncer, & Kvasnicak, 2007; Sellmann & Bogner, 2012). Spolu s postojem ovlivňují i znalosti žáků (Bogner, 1998, 2002; Hamilton-Ekeke, 2007) a jejich zájem o přírodní vědy (Zoldosova & Prokop, 2006). Exkurze tedy plní několik funkcí současně a zohledňují i aspekt dobrodružství (Orion & Hofstein, 1991). Zajímavé je, že efektivní i co se týče změny postojů, se ukazují i krátké jednodenní exkurze (Prokop, Tuncer, & Kvasnicak, 2007; Sellmann & Bogner, 2012). Kromě postojů může mít i krátký tříhodinový program vliv na vnitřní motivaci žáků ke

studiu daného tématu (Drissner, Haase, & Hille, 2010) a vztah ke zvířatům, jak bylo konkrétně ukázáno např. na příkladu bezobratlých (Drissner, Hille, Debatin, & Haase, 2008).

V České republice proběhl mimo jiné výzkum Příbylové (2004), která se zaměřila na vliv jednodenní exkurze na znalosti žáků základní školy. Polovina z nich absolvovala jednodenní exkurzi, druhá polovina obsahově stejný program ve školní třídě. Znalosti žáků byly testovány týden před exkurzí, den poté, 3 a 5 měsíců po exkurzi. Žáci, kteří byli na exkurzi, měli signifikantně lepší znalosti než kontrolní skupina, která absolvovala výuku ve škole. Zajímavé bylo i hodnocení jednotlivých částí odborného programu žáky. Ti, kteří šli na exkurzi, hodnotili lépe jiné části než ti, kteří stejný obsah absolvovali ve školní třídě. Nabízí se vysvětlení, že záleží i na kontextu učiva (Příbylová, 2014). Ne vždy se ale ukáže, že na exkurzi žáci získají více znalostí než při výuce ve třídách (Čábelová, 2008). Někteří autoři dokonce zpochybňují i získání nových znalostí v průběhu exkurze (Carlin, 1999). Je možné, že by ve výše uvedených případech byl prokázán vliv na afektivní oblasti, které je také potřebné u žáků rozvíjet, a jak bylo ukázáno výše, exkurze jsou k tomu vhodným nástrojem (Davidson, Passmore, & Anderson, 2010; Hamilton-Ekeke, 2007; Prokop, Tuncer, & Kvasnicak, 2007; Sellmann & Bogner, 2012; Zoldosova & Prokop, 2006). To v českém prostředí potvrzuje práce Němečkové (2015), jejíž výsledky (na poměrně neoblíbeném botanickém tématu morfologie listu) naznačují, že oproti jiným formám a metodám výuky exkurze nejvíce zvyšuje zájem o vyučované téma. Jako nejefektivnější z tohoto hlediska doporučují exkurzi i slovenští autoři (Zoldosova & Prokop, 2006).

1.4.7 Projektová výuka

Projektovou výukou myslíme realizaci projektu, tedy komplexní praktické úlohy propojené s mimoškolním životem, k jejímuž řešení je potřeba praktických i teoretických činností. Projekt řeší žáci, učitel či lektor je „pouze“ průvodcem (Maňák & Švec, 2003). Můžeme rozlišit mezi školním projektem a projektem vzdělávacích institucí. Školní projekt probíhá v rámci školní výuky, kdy žáci zpracují vybrané téma. Projekty vzdělávacích institucí jsou připravovány v různých vzdělávacích institucích a to jak pro žáky (v ČR např. jako součást nabídky ekocenter, za všechny jmenujme Sdružení TEREZA, které koordinuje mezinárodní projekty Globe či Ekoškola), tak pro širokou veřejnost.

Školní projekty

Existuje řada možných pojetí školních projektů v rámci výuky. Vždy vyžadují pečlivou přípravu, vedení i vyhodnocení (Pavlasová, 2014). Tyto projekty jsou další z možností, jak v žácích podpořit zájem o přírodní vědy (Hassan, 2011; Lindner, 2014). Zásady projektové výuky formuloval již téměř před 100 lety Killpatrick (1926). Jedná se zejména o přiblížení vyučované látky skutečné činnosti z běžného života, kdy žáci mají možnost (alespoň do jisté míry) volby tématu a nastavení podmínek projektu (Killpatrick, 1926). Zvolené téma se posléze žáci snaží uchopit z různých úhlů pohledu (Rusek, 2014). Důležitým aspektem projektové výuky se tak stává propojování různých oborů a školních předmětů (Kašová, 1995). Samozřejmostí je aktivní zapojení žáků a propojení teorie s praxí, projekt ideálně vychází z mimoškolních zkušeností žáků. Takto žáci sami získají výsledky, které na závěr vhodně prezentují (Kratochvílová, 2009). Jedinou ukázkou, jak mohou být projekty zapojené do středoškolské výuky i v českém prostředí poskytuje soukromé reálné gymnázium Přírodní škola o. p. s (Školní projekty, Přírodní škola; Tichý, 2012).

Projektová výuka je efektivní i v případě vysokoškolských studentů, jak bylo ukázáno porovnáním studentů vyučovaných projektově se studenty, kteří absolvovali běžnou výuku. Studenti ze skupiny vyučované pomocí projektů vykazovali lepší znalosti i větší důvěru ve své schopnosti v porovnání s kontrolní skupinou (Bilgin, Karakuyu, & Ay, 2015). V českém prostředí existuje řada propracovaných námětů na školní projekty, často ve sbornících z tematicky zaměřené konference pořádané Pedagogickou fakultou Univerzity Karlovy v Praze. Zajímavé je, že najdeme i projekty zaměřené na mikrobiologii (Pavlasová & Tarabová, 2010) či molekulární biologii (Janštová, Pavlasová, & Černý, 2014; Moravcová R. & Janštová, 2014; Moravcová S. & Janštová, 2014; Moravcová, S., Moravcová, R. & Janštová, 2013). Existence takových projektů je důležitá z toho důvodu, že tato témata jsou méně obsažená ve výuce praktických cvičení na základních i středních školách, jak je ukázáno v kapitole 5.1.2. Navíc se ukazuje, že učitelé spíše využijí připravených projektů, než aby si vytvářeli vlastní (Švecová, 2002).

Projekty vzdělávacích institucí

Na tomto místě budou zmíněny projekty vzdělávacích a vědeckých center, které jsou ve školní praxi spojeny s exkurzemi. Projekty, které si kladou za cíl zlepšit postoj k přírodním vědám a znalosti z této oblasti, jsou připravovány i pro širokou veřejnost,

často ve vědeckých centrech. Mohou mít prokazatelný vliv na zlepšení znalostí občanů (žáků) o daném tématu (Brossard, Lewenstein, & Bonney, 2005; Salmi, 2003). V tom, zda takové projekty mají vliv na postoje účastníků, se autoři neshodnou. U projektu zaměřeného (nejen) na dospělé nebyla zaznamenána změna postojů k přírodním vědám nebo životnímu prostředí. Neměl vliv ani na míru porozumění vědeckým postupům (Brossard et al., 2005). Naopak u žáků základních škol bylo ukázáno, že po absolvování projektu v přírodovědném centru se zvýšila jejich vnitřní motivace a náklonnost k volbě povolání spojeného s přírodními vědami (Salmi, 2003). Shodně Jarvis & Pell (2005) uvádějí, že návštěva ve vesmírném centru zvýšila zájem žáků základních škol o vědu a vesmír. Je ale nutné podotknout, že ne každá aktivita označená jako „projekt“ má skutečně rysy projektové výuky. Zde se často zaměňují pojmy „projekt dané organizace“ s pojmem „projekt“ ve smyslu pedagogickém a didaktickém.

1.4.8 Praktická cvičení

Praktická cvičení (někdy nazývaná též laboratorní cvičení; dále bude používán pojem praktická cvičení, protože ne nutně musí probíhat v laboratoři) jsou v řadě zejména anglosaských zemí nedílnou součástí výuky přírodních věd (Abrahams, 2009), i když míra jejich zastoupení v konkrétních přírodovědných předmětech se může lišit (Šorgo & Spornjak, 2012). Jsou považována za klíčovou část rozvoje vědeckého porozumění žáků (Latour, 2013). Hlavní cíle, které praktická cvičení většinou sledují, shrnují autoři Johnstone & Al-Shuaili (2001). Význam praktických cvičení je spatřován mj. v tom, že pomáhají (nebo by minimálně měla pomáhat) žákům propojit konkrétní materiální svět (objekty, jevy a materiály) se světem myšlenek (Brodin, Jones, & Lewis, 1978; Millar, Leach, & Osborne, 2000). Nicméně jak je uvedeno dále, existují i studie, které toto tvrzení nepodporují (Hofstein & Lunetta, 2003). Autoři se neshodnou na tom, zda mají praktická cvičení kladný vliv na pochopení vědeckých konceptů, znalosti a motivaci žáků. Praktická cvičení žáky baví (Cerini, Murray, & Reiss, 2003), což ale nutně nemusí znamenat, že je motivují. Žáci také často uvádějí, že je praktická cvičení baví v porovnání s ostatními částmi výuky přírodních věd, tedy pouze relativně (Abrahams, 2009). Často jsou to učitelé, kteří vnímají praktická cvičení jako prvek ve výuce přírodních věd, který žáky motivuje (Chudomelová, 2014; Wellington, 2005). Při podrobnějších rozhovorech s vyučujícími ale vyšlo najevo, že učitelé mohou používat slovo „motivovat“, když mluví o okamžitém zájmu (Abrahams, 2009). Analýza témat a pojetí návodů na praktická cvičení, které byly

publikovány v časopise *The American Biology Teacher* v letech 2007 – 2012 ukázala, že autoři kladou důraz na inovativní cvičení, motivaci a zaujetí žáků. Oproti tomu chybí důraz na výsledky žákovského učení (Puttick et al., 2015). Návody publikované v dřívějších letech kladly větší důraz na pochopení obsahu, znalosti a zdůvodňování jevů (Drayton, Puttick, & Donovan, 2013).

Autoři, kteří se zabývali vlivem praktických úloh z biologie (Holstermann, Grube, & Bögeholz, 2010), chemie (Thompson & Soyibo, 2002), fyziky (Freedman, 1997, 2002) či přírodních věd (Areepattamannil et al., 2011) na znalosti žáků z dané oblasti a vztahu k danému předmětu, shodně dospěli k názoru, že absolvování praktických cvičení má kladný vliv na výsledky znalostních testů i postoj žáků k danému předmětu. Doporučují tedy praktická cvičení zařadit do kurikula středních škol (Freedman, 1997; Holstermann et al., 2010; Thompson & Soyibo, 2002). Stohr-Hunt (1996) ukázala, že i mezi četností praktických úkolů, které plní sami studenti a jejich znalostmi přírodních věd je jasný vztah. Pokud studenti pracovali „vlastníma rukama“ alespoň jednou týdně, dosahovali výrazně lepších výsledků než ti, kteří se s praktickými úkoly setkávali méně často. Obdobně platí, že se zvyšujícím se počtem praktických cvičení v rámci běžné výuky se zlepšuje postoj žáků k přírodním vědám (Ornstein, 2006). Žáci se při praktických cvičeních mohou smysluplně učit, pokud je jim dána příležitost, aby ve vhodném prostředí řešili problémy odpovídající jejich úrovni (Tobin, 1990). Holstermann et al. (2010) poukázali na různý potenciál různých praktických cvičení zaujmout žáky. Praktické cvičení věnované pitvám nevedlo k většímu zájmu žáků, na rozdíl od sedmi dalších jinak zaměřených biologických praktických cvičení. Nicméně jak autoři ukazují v další práci, zájem žáků se v průběhu vlastní pitvy zvyšoval a odpor k pitvám se trochu snížil (Holstermann, Ainley, Grube, Roick, & Bögeholz, 2012). Konkrétně k pitvám jsou vyvíjeny různé alternativy, jako využití počítačových programů či modelů (Shipley, 2010). Zároveň bylo ukázáno, že praktická cvičení snižují strach z méně oblíbených živočichů (Randler, Hummel, & Prokop, 2012). Obecně je ale vhodné zaměřovat praktická cvičení na nácvik obecnějších dovedností a řešení problémů než pouze na specifické laboratorní metody (Hodson, 1993). Nicméně i konkrétní zaměření cvičení může být přínosné a to i v dlouhodobém horizontu. Pokusy věnované difuzi a osmóze pomohly k pochopení principů těchto dějů, což bylo prokazatelné i po několika letech (Tomazic & Vidic, 2012).

Oproti tomu jsou autoři, kteří považují praktická cvičení v podobě, jak jsou dnes většinou vyučována, za málo (pokud vůbec) přínosná. Cvičení jsou podle nich často špatně

připravená, neproduktivní, až matoucí. Například Hodson (1991) uvádí, že to, co se děje v laboratoři u řady žáků nepřispívá k rozvoji znalostí/dovedností žáků v rámci výuky přírodovědných předmětů. Mezi doporučeními, která vychází z výsledků výzkumů a reálnou praxí na školách je ale velký rozdíl a žáci na většině škol často postupují přesně podle návodu, aniž by o nich museli přemýšlet (Hofstein & Lunetta, 2003). Jak ukázal výzkum provedený autory Staer, Goodrum, & Hackling, (1998) v Austrálii, v naprosté většině případů to byli středoškolští učitelé, kdo určil co, jak a pomocí čeho se má v praktických cvičeních řešit. Žáci v rámci tohoto výzkumu navíc uvedli, že nejčastější aktivitou v praktických cvičeních bylo opisování poznámek z tabule a doplňování pracovních listů (Ebenezer & Zoller, 1993; Staer, Goodrum, & Hackling, 1998). Je otázkou, zda je pak možné takové hodiny nazývat praktickým cvičením. Výzkumníci shrnují, že žáci se tak nenaučí analyzovat problém, plánovat a provádět experimenty, přemýšlet nad metodologií ani vyvozovat závěry ze získaných dat (Staer et al., 1998). Žáci, kteří nehodnotili přírodopis absolvovaný na základní škole jako oblíbený, často zmiňovali, že v praktických cvičeních bylo nutné postupovat podle předem daného návodu bez možnosti bádát (Rokos, Závodská, Bílá, & Řeháčková, 2013). Můžeme tedy shrnout, že žáci by měli mít možnost zkoušet své návrhy postupů, což většinou nemají (Wilkinson & Ward, 1997). Jak uvádějí van den Berg (2013), Abrahams (2009) a Johnstone & Al-Shuaili (2001), zásadní problém je, že učitelé nemají vždy na mysli výchovně vzdělávací cíle. Teprve od cílů se může odvíjet volba vhodných metod a forem výuky. Pokud ovšem součástí přípravy není promyšlení cílů a praktická cvičení jsou naplánována bez potřebného teoretického zázemí, vede to k tomu, že žáci nemají na co navázat a o cvičení nepřemýšlí. Mohou celou hodinu pracovat, aniž by pochopili, proč se daným problémem zabývají. Celé praktické cvičení je pak neefektivní (Hodson, 1993).

Analýza 30 praktických cvičení pro první i druhý stupeň, která proběhla ve Velké Británii, potvrdila, že cvičení byla často naplánována, aniž by zahrnovala explicitní postupy pro propojení výsledků pozorování a vědeckého přístupu, postupu a vědeckých myšlenek (Abrahams & Reiss, 2012). Jiný rozbor 25 typických praktických cvičení opět ve Velké Británii na druhém stupni ukázal, že cílem většinou bylo naučit se znalosti, spíše než porozumět vědeckým postupům. Zadání cvičení žáky přimělo udělat pokus, pozorování apod., ale málokdy věděli, jak analyzovat sebraná data a jak je interpretovat. Autoři shrnují, že je nutné explicitně představovat myšlenky a teoretický kontext během praktik a nespoléhat se na to, že je žáci vyvodí sami (Abrahams & Millar, 2008).

Zároveň učitelé mohou praktická cvičení zařazovat, aby nabídli nějakou kladnou asociaci s přírodovědnými předměty žákům, kteří o tyto předměty nemají zájem. To je jistě v pořádku, pokud pak ale nedojde k redukci na efektní pokusy bez pochopení teorie (Abrahams, 2007, 2009).

Zajímavé je srovnání pohledu žáků a učitelů na praktická cvičení, která proběhla na šesti různých australských středních školách. Žáci i vyučující řadili podle důležitosti deset předložených tvrzení o laboratorních cvičeních. Mezi ně patřily např. tyto: užitečnost, pochopení žáky, pravidelnost, možnost navrhovat vlastní pokusy. Ve většině případů se rozcházelo pojetí žáků a učitelů téže školy. Nicméně se shodli na (předložených) formulacích "praktická cvičení vyvíjejí dovednost zacházení s laboratorním vybavením", "praktická cvičení pomáhají lépe pochopit teorii", "praktická cvičení umožní žákům spolupracovat" a "hodiny praktických cvičení mají jasná pravidla". Učitelé, na rozdíl od žáků, dále hodnotili praktická cvičení jako „užitečná pro každodenní život“. Podle vyučujících probíhala praktická cvičení pravidelně. S tímto tvrzením však žáci nesouhlasili. Nicméně učitelé uváděli průměr počtu praktických cvičení u všech různých témat (Wilkinson & Ward, 1997). Učitelé a žáci se mohou lišit i v odpovědi na jednoduchou otázku kolik hodin praktických cvičení je běžně součástí výuky (Ornstein, 2006). I v ČR je rozložení počtů praktických cvičení velmi různorodé pro různá biologická témata. Navíc praktická cvičení často nejsou vyučována právě pro výše zmíněné zastřešující obory, jako je ekologie či buněčná a molekulární biologie (Janštová, 2013). Témata jako molekulární biologie, fyziologie a mikrobiologie chyběla i ve výše zmíněné analýze návodů na praktická cvičení vyšších v posledních letech v časopise *The American Biology Teacher* (Puttick et al., 2015).

Řada autorů se shoduje, že je nutné důkladně vyhodnotit, k čemu jsou ve výuce přírodovědných předmětů praktická cvičení a jak je učit, aby byla efektivní (Abrahams, 2009; Abrahams & Millar, 2008; Ornstein, 2006; van den Berg, 2013; Wellington, 2002).

Žáci by obecně měli dostat více příležitostí (i slovních vysvětlení), aby si vyvinuli své představy (koncepty), které budou v souladu s vědeckým uvažováním. To může, ale nutně nemusí, být v průběhu praktických cvičení (Osborne, 1993). Problémem je pravděpodobně i nepropojení pedagogického a didaktického výzkumu a školní praxe praktických cvičení (Monk & Osborne, 2000).

Molekulárně biologická praktická (laboratorní) cvičení

Z důvodu zaměření disertační práce v této kapitole uvádím jako konkrétní případ praktická cvičení tematicky zaměřená na molekulární biologii. Molekulární biologie je relativně nový a abstraktní obor biologie, se kterým se spojuje řada chybných koncepcí žáků. Ti často chybně chápou i základní pojmy tohoto oboru, jako je gen nebo chromozom (Lewis & Wood-Robinson, 2000; Lewis, Leach, & Wood-Robinson, 2000a; Wood-Robinson et al., 2000) a nejsou jim jasné základy dědičnosti (Lewis & Wood-Robinson, 2000; Lewis, Leach, & Wood-Robinson, 2000b; Lewis et al., 2000c; Wood-Robinson et al., 2000). Témata jako genetika, dědičnost a molekulární biologie hodnotí jako nejobtížnější i studenti na vysoké škole (Bahar, Johnstone, & Hansell, 1999). Jsou proto mj. vyvíjeny nástroje zaměřené na sledování proměn žákovských pojetí v průběhu praktických cvičení (Franke, Scharfenberg, & Bogner, 2013).

Kvasi – experiment, který zjišťoval vliv jednodenních praktických cvičení zaměřených na molekulární biologii na znalosti středoškolských žáků, ukázal, že žáci, kteří navštívili laboratoř (ať už v ní pracovali nebo ne), byli schopni rozšířit své předchozí znalosti. Skupina žáků, která v univerzitní laboratoři absolvovala jednodenní praktické cvičení, získala a dlouhodobě si udržela nejvíce znalostí (Scharfenberg, Bogner, & Klautke, 2007). Autoři také shrnují, že výuka v mimoškolní laboratoři může žáky motivovat, protože na rozdíl od kontrolní skupiny, která absolvovala výuku ve škole, u „laboratorní“ skupiny žáků nezávisely jejich výsledky na školních výsledcích. I žáci s horším školním prospěchem tedy dosahovali výborných výsledků (Scharfenberg et al., 2007). Znalosti žáků se po absolvování takovéto laboratorní výuky signifikantně zlepšily. Pro jednu skupinu žáků byla navíc součástí výuky úvodní diskuze rozdílných žákovských pojetí tématu a následně konfrontace těchto pojetí s vědeckým pojetím. U této skupiny žáků bylo zlepšení ještě výraznější než u druhé skupiny, která absolvovala výuku bez konfrontace pojetí (konceptů). Pro žáky, kteří absolvovali diskuzi, bylo také snazší interpretovat získané výsledky (Franke & Bogner, 2011a). Také v případě, že je součástí molekulárně biologického praktického cvičení ještě cílená diskuze s evokací, zapamatují si žáci více a celé cvičení je efektivnější (Scharfenberg & Bogner, 2011). S tím obecně souhlasí další autoři, kteří doporučují vždy zařadit reflexi jako součást praktických cvičení (Gunstone & Champagne, 1990). Tyto postupy jsou v souladu s „metodou kritického myšlení“, které v České republice propaguje zejména občanské sdružení *Čtením a psaním ke kritickému myšlení (Reading and Writing for Critical Thinking)* (Kritické myšlení o.s.). Učení žáků

významně pomůže také zařazení předlaboratorní fáze praktického cvičení, ve které se seznámí s prostředím a vybavením (Scharfenberg & Bogner, 2013b).

Je možné shrnout, že praktické cvičení zaměřené na genové technologie v laboratoři na akademické půdě je vhodným prostředkem ke změně žákovských pojetí a konceptů, ve prospěch těch vědeckých (Franke & Bogner, 2011b). Předpokladem jsou základní laboratorní dovednosti žáků (Bryce & Robertson, 1985). Zároveň je samozřejmě zásadní role vyučujícího, který může, ale nemusí, učení vhodně podpořit (Scharfenberg & Bogner, 2013a).

1.4.9 Odborná přírodovědná soustředění

Řada prací poukazuje na odborná přírodovědná soustředění jako na vhodný prostředek k motivaci budoucích mladých vědců (Mourek et al., 2007; Oliver & Venville, 2011). Navíc, jak někteří zdůrazňují, účast na takových soustředěních je motivující i pro děvčata (Franz-Odendaal, Blotnicky, French, & Joy, 2014). Znalosti žáků byly po absolvování soustředění signifikantně větší, stejně tak zájem o přírodní vědy a touha po kariéře ve vědě významně vzrostly (Knox, Moynihan, & Markowitz, 2003). Kladnější postoj k přírodním vědám a zájem o práci ve vědeckých oborech po soustředěních přetrvávají i dlouhodobě (Gibson & Chase, 2002; Markowitz, 2004) a mohou mít vliv i na studenty vysokých škol (Levesley, Jopson, & Knight, 2012). Po absolvování týdenní letní školy botaniky se postoj studentů prvního ročníku vysoké školy k botanice zlepšil. Protože studie trvala několik let, bylo možné sledovat i větší pravděpodobnost, že zvolí botaniku jako svoji specializaci (Levesley et al., 2012). Odborná soustředění jsou často organizována v rámci předmětových olympiád, které mají v České republice dlouhou tradici (Farkač & Božková, 2006). Právě u takového soustředění bylo popsáno, že účastníci získali doslova vášeň pro vědu (Oliver & Venville, 2011). I účastníci českého soustředění Biologické olympiády (BiO) označili toto soustředění za významný motivující faktor (Janštová, Jáč, & Dvořáková, 2015; Kuťáková & Janštová, 2015).

Odborných soustředění se nemusí účastnit pouze žáci. Další autoři ukázali, že i účast učitelů na letním odborném školení má prokazatelný vliv na zlepšení výsledků dosahovaných žáky těchto učitelů v přírodovědných předmětech (Silverstein, Dubner, Miller, Glied, & Loike, 2009).

1.4.10 Soutěže a předmětové olympiády

Předmětové soutěže a olympiády, konkrétně např. Biologická olympiáda také mohou žáky motivovat a vedou je k zájmu o obor (Janštová et al., 2015; Kobayashi, 2007; Petr, Stuchlíková, & Papáček, 2014; Staziński, 1988). Mezinárodní Biologická olympiáda letos oslavila 25 let a počet zemí, které vysílají své soutěžící, stále narůstá. Pro účastníky je to zároveň příležitost potkat stejně zaměřené vrstevníky z různých států (Martinelli, 2008). Kromě olympiád zaměřených na jeden přírodovědný předmět je již řadu let etablovaná olympiáda zaměřená na biologii, chemii a fyziku, tzv. EUSO (European Union Science Olympiad) (Janstova et al., 2013; O'Kennedy et al., 2005).

Philpot (2007) ukázala, že řešitelé Biologické olympiády více rozumí podstatě přírodních věd a přírody. Účastníci Biologické olympiády chápou přírodovědné problémy v souvislostech lépe než ostatní žáci (Philpot, 2007). Jako důvody pro účast na přírodovědné olympiádě (Science Olympiad) uváděli žáci v pořadí od nejdůležitějšího následující: „zábava“, „naučím se novým věcem“, „práce s kamarády“, „ocenění v soutěži“. Motiv potěšit učitele či rodiče nebyl tak důležitý (Abernathy & Vineyard, 2001).

1.5 Vybrané faktory ovlivňující zájem o přírodní vědy a motivaci pro jejich studium

Kromě metod a přístupů, které volí učitel, je jak zájem žáků o přírodní vědy, tak žákovská motivace ke studiu těchto věd ovlivněna i dalšími faktory. Řada autorů poukazuje na vliv etnicity na postoj k přírodovědným předmětům (Catsambis, 1995; Greenfield, 1996). Také domácí a rodinné zázemí má nezanedbatelný vliv na prospěch žáků v přírodních vědách (Schibeci & Riley, 1986). S tím souvisí vzdělání rodičů, které má vztah k volbě budoucí přírodovědné kariéry. Jak bylo ukázáno u švédských žáků (Lindahl, 2003), vyšší dosažené vzdělání rodičů zvyšovalo pravděpodobnost, že si žáci zvolí přírodní vědy ve svém dalším studiu. To, zda povolání rodičů souviselo s přírodními vědami, se ale neukázalo důležité pro volbu biologie mezi českými žáky se zájmem o tento předmět (Janštová et al., 2015). Pokud byli žáci z rodin imigrantů, také spíše volili přírodovědné předměty pro své další studium. To autorka přisuzuje mimo jiné větší cílevědomosti této skupiny obyvatel (Lindahl, 2003).

V následující kapitole podrobněji shrnuji pouze dva nejčastěji zkoumané faktory ovlivňující zájem o přírodní vědy, konkrétně pohlaví a věk žáků, kterými se dále zabývá i výzkum v této disertační práci.

1.5.1 Pohlaví

Řada autorů se shoduje, že chlapci a děvčata mají často rozdílný postoj k přírodovědným předmětům. Na tom, kdo má k přírodním vědám kladnější postoj, už ale shoda nepanuje. Z některých výzkumů vyšli chlapci jako ti, kteří mají k přírodovědným předmětům kladnější vztah než dívky (Breakwell & Robertson, 2001; Francis & Greer, 1999; Gardner, 1995; Kotte, 1992; Schibeci & Riley, 1986; Simpson & Oliver, 1985; von Roten, 2004; Weinburgh, 1995). Simpson a Oliver (1985) zjistili, že chlapci jsou oproti dívkám i více motivováni k dosažení úspěchu v přírodovědných předmětech. Zároveň chlapci raději experimentují a vnímají přírodovědné předměty jako důležité pro jejich budoucnost. Zajímavé je, že i přesto mohou dívky dosahovat lepších známek (Catsambis, 1995). Kekule & Žák (2010) na příkladu předmětu fyziky uvádějí, že právě dívky motivuje touha získat dobré známky a hodnocení. Zároveň souhlasí s tím, že chlapci mají k fyzice obecně lepší postoj než dívky (Kekule & Žák, 2010). Avšak autoři nedávno publikované studie zkoumající motivaci středoškolských žáků, kteří si pro svá další studia vybrali právě fyziku, došli k závěru, že motivace děvčat je v porovnání s chlapci vyšší. Nicméně u obou pohlaví byly stejně zastoupeny stejné dimenze motivace (Abraham & Barker, 2015). Podobně studie postojů slovenských žáků k biologii (Prokop, Prokop, et al., 2007; Prokop, Tuncer, & Chudá, 2007) uvádí, že dívky mají kladnější vztah k tomuto předmětu než chlapci. U izraelských a tureckých žáků byla biologie také mírně oblíbenější mezi děvčaty než mezi chlapci (Ekici & Hevedanli, 2010; Trumper, 2006).

V České republice proběhlo šetření mezi žáky základní školy. Rozdíl v hodnocení biologie děvčaty a chlapci nebyl signifikantní (Kubiatko, 2011, 2014). Nicméně by bylo zřejmě vhodnější se zaměřit na různé oblasti biologie. Chlapci a děvčata o ně totiž mohou mít různý zájem. Obecně děvčata lépe hodnotí biologii člověka (Baker & Leary, 1995; Jones, Howe, & Rua, 2000; Kubiatko, 2014; Uitto et al., 2006), chlapcům zase přijdou zajímavější základní děje a principy (Uitto et al., 2006). Brotman & Moore (2008) upozorňují, že učitelé mohou mít předsudky vůči schopnostem dívek vyniknout v přírodních vědách. To může vést k upřednostňování chlapců při vyučování. Následkem

toho pak chlapci mohou přírodní vědy hodnotit lépe než dívky. S tímto tvrzením o podporovaných stereotypch souhlasí i Tindall & Hamil (2004).

Jak ukázal projekt ROSE (viz kap. 1.3), do kterého se zapojilo přes 40 států, v rozvinutějších zemích včetně ČR obecně nehodnotí žáci přírodovědné předměty moc pozitivně. Nicméně chlapci je vnímají o něco kladněji než dívky. Přírodovědné předměty celkově kladněji hodnotí žáci z rozvojových zemí. Výzkum proběhl na žácích ve věku 15 let, tedy na konci jejich povinné školní docházky. Nesledoval vliv jiných proměnných než zmíněného pohlaví a státu. Autoři v závěru doporučují, aby při volbě témat do výuky byly zohledněny zájmy žáků, jak již bylo zmíněno výše v kap. 1.3. Tyto zájmy se navíc často liší právě v závislosti na pohlaví. Jako zásadní také vnímají využití konstruktivistického přístupu, lokální kontext a „zlidštění“ přírodních věd, tedy ukázání toho, že tyto vědy jsou součástí historie, současnosti i budoucnosti lidstva (Sjøberg & Schreiner, 2010).

Bylo také ukázáno, že oblíbenost biologie se u žáků obou pohlaví se může měnit s věkem, konkrétně u dívek klesat a u chlapců stoupat (Greenfield, 1996; Sullins, Hernandez, Fuller, & Tashiro, 1995). Závislosti na věku se věnuje další podkapitola.

1.5.2 Věk

V důsledku odtrženosti přírodovědných předmětů od zkušeností a zájmů žáků, která navíc narůstá se zvyšujícím se ročníkem studia (Rennie et al., 2001) se zhoršuje postoj k přírodovědným předmětům se vzrůstajícím věkem žáků, jak ukazují např. studie z Velké Británie (Osborne et al., 2003; Pell & Jarvis, 2001; Ramsden, 1998; Stark & Gray, 1999), Indie (Gafoor, 2011), USA (George, 2006) a Slovenska (Chudá, 2007; Prokop, Prokop, et al., 2007; Prokop, Tuncer, & Chudá, 2007). Stejně tak zájem žáků základních škol o přírodopis v České republice klesá se vzrůstajícím věkem (ročníkem). Nicméně zhoršující se celkový postoj k přírodopisu se nakonec u žáků devátých tříd ZŠ opět zlepšil (Kubiatko, 2011). Oblíbenost přírodopisu žáky ZŠ v českém prostředí potvrzují i další autoři (Rokos et al., 2013). Zhoršení postoje žáků základních škol k přírodopisu se zvyšujícím se věkem, je však možné vysvětlit i probíranými tématy. To ukázali slovenští autoři Prokop a Komorníková (2007). V deváté třídě základní školy je na Slovensku přírodopis věnován nepříliš oblíbené geologii. Naopak zoologie, kterou žáci hodnotili kladně, spadá do předchozích ročníků (Prokop & Komorníková, 2007). Bylo by tedy

vhodné srovnat, které téma bylo probíráno v devátém ročníku na českých základních školách, na kterých probíhal zmíněný výzkum.

Obecně je pro další směřování žáků zásadní již předškolní věk (Tunnicliffe & Ueckert, 2011), ve kterém dochází k rozvoji představ o přírodních jevech (Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 1994). Pokud žáci v dětství projevují zájem o přírodní jevy a mají kladné zážitky spojené s přírodními vědami, je pravděpodobnější, že si v budoucnu zvolí kariéru, která je spojená s přírodními vědami nebo matematikou (Tindall & Hamil, 2004).

2 Výzkumné otázky a předpoklady

Jak je zřejmé z předchozího textu, v řadě otázek ohledně zájmu a motivace žáků ke studiu přírodních věd se různí autoři neshodnou. Jako výzva se jeví zařazování praktických cvičení, která jsou považována za přínosná, ale jak bylo ukázáno výše, tento názor není mezi výzkumníky všeobecně sdílen. Zajímalo mne proto, jestli obdobně jako výše zmíněné krátkodobé exkurze (Drissner et al., 2010; Prokop, Tuncer, & Kvasnicak, 2007; Sellmann & Bogner, 2012) mohou i jednodenní praktická cvičení mít vliv na motivaci středoškolských žáků ke studiu biologie a které další faktory tuto motivaci případně ovlivňují. Proto jsem si položila následující výzkumné otázky:

Výzkumná otázka 1

Existují některá biologická témata, která nejsou na gymnáziích v ČR vyučována v rámci praktických cvičení? Pokud ano, proč jsou tato témata opomíjena?

Předpoklad byl, že některé obory biologie (např. zoologie, botanika) jsou při praktických cvičeních z biologie na vyšších gymnáziích zastoupeny častěji než jiné (např. genetika, molekulární biologie). Dalším předpokladem bylo, že nejčastější důvody opomíjení některých témat jsou: vybavení škol, zaměření pre- i postgraduální výuky budoucích učitelů a obecně nízká dostupnost návodů na praktická cvičení v českém jazyce.

Výzkumná otázka 2

Které faktory mají vliv na hodnocení praktických cvičení středoškolskými žáky?

Předpokladem bylo, že hodnocení studentů je více než jinými faktory (téma, osoba vyučujícího) ovlivněno prostředím, ve kterém cvičení probíhá (kmenová škola versus vysoká škola). Byly sledovány následující proměnné: prostředí, kde praktické cvičení proběhlo; míra možnosti libovolně experimentovat; pohlaví žáka; osoba vyučujícího; konkrétní téma praktického cvičení.

Výzkumná otázka 3

Mohou pokročilá praktická cvičení z molekulární biologie motivovat žáky ke studiu biologie? Které další faktory tuto motivaci případně ovlivňují?

Předpokládala jsem, že absolvování jednodenních pokročilých praktických cvičení z biologie zvýší u žáků středních škol motivaci ke studiu biologie v porovnání s motivací před cvičením a v porovnání s motivací kontrolní skupiny, která praktické cvičení neabsolvuje. Dalším předpokladem bylo, že vliv na motivaci ke studiu biologie bude mít pohlaví a věk žáků spolu s počtem praktických cvičení, která absolvují v běžné výuce biologie.

Výzkumná otázka 4

Liší se obecně míra motivace ke studiu biologie u českých a novozélandských středoškolských žáků?

Předpoklad byl, že žáci z Nového Zélandu budou více motivováni ke studiu biologie, protože jejich kurikulum standardně obsahuje prvky badatelsky orientované výuky a praktická cvičení. Zároveň je v rámci biologického kurikula kladen důraz na integrující obory biologie, jako je ekologie, genetika a molekulární biologie spolu s evolucí (Biozone, 2014). Jak bylo zmíněno výše, tyto obory jsou pro pochopení biologie a jejích principů zásadní (Giordan, 2000; Wake, 2008), na rozdíl od poznatků, které jsou často pouze memorovány. Podle výzkumu Programu pro mezinárodní hodnocení žáků (PISA) se navíc postoj novozélandských žáků k biologii mezi roky 2003 a 2012 nezměnil, zatímco u českých žáků došlo ke zhoršení („PISA“, 2012).

Výzkumná otázka 5

Co přivedlo středoškolské žáky se zájmem o biologii k tomuto oboru a v jakém věku se tak stalo? Ve kterých postojích a sledovaných proměnných se od sebe odlišují řešitelé Biologické olympiády a jiní žáci se zájmem o biologii?

Tato otázka se týká pouze žáků, kteří nějakým způsobem projevíli zájem o přírodní vědy a biologii. Předpoklad byl, že většinu žáků přivedl k zájmu o biologii vliv rodiny již v raném věku a že učitelé měli menší vliv.

3 Cíle

Cílem práce je na základě provedených analýz a získaných údajů zodpovědět na výše uvedené otázky. Základní otázkou bylo, zda mohou krátkodobá laboratorní cvičení z biologie ovlivnit motivaci středoškolských žáků ke studiu biologie. Stanovený cíl byl plněn v několika navazujících krocích, pro které byly z praktického hlediska formulovány následující dílčí cíle:

Dílčí cíl 1

Zjistit zastoupení jednotlivých oblastí biologie v praktické výuce na vybraných gymnáziích v České republice a zjistit, které oblasti biologie (podle RVP-G) jsou v praktické výuce na školách zastoupeny méně nebo dokonce vůbec.

Dílčí cíl 2

Pro vybranou oblast, ve které nejsou praktická cvičení (téměř) zastoupena, navrhnout praktické úlohy a ty poté otestovat ve výuce. Vyhodnotit zpětnou vazbu žáků i učitelů.

Dílčí cíl 3

Otestovat případný vliv těchto praktických cvičení na motivaci žáků ke studiu biologie. Současně otestovat i případný vliv dalších nezávisle proměnných (věk, pohlaví, počet praktických cvičení absolvovaných během výuky biologie na střední škole) na motivaci žáků ke studiu biologie. Vyhodnotit vliv místa provedení (v kmenové škole versus v laboratoři Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze (PřF UK)), typu cvičení a osoby vyučujícího (proškolený středoškolský učitel versus lektor z vysoké školy) na srozumitelnost a atraktivitu cvičení.

Dílčí cíl 4

Porovnat motivační skóre žáků z České republiky a z Nového Zélandu, kde jsou badatelsky orientovaná a praktická výuka samozřejmou součástí kurikula.

Dílčí cíl 5

Popsat faktory, které přivedly motivované žáky (řešitele Biologické olympiády, Středoškolské odborné činnosti - SOČ, účastníky odborného biologického soustředění a volitelných gymnaziálních seminářů) k zájmu o přírodní vědy. Charakterizovat tyto jednotlivé skupiny žáků se zájmem o biologii.

4 Materiál, metodika a účastníci výzkumu

Dále budou popsány materiály (metodické pokyny pro jednotlivá praktická cvičení, vytvořené dotazníky) a metody použité k dosažení jednotlivých vytyčených cílů. Nejdříve jsou zmíněny obecnější informace o metodách, které byly použity při řešení více dílčích cílů. Dále je posloupnost metod je volena tak, aby korespondovala s posloupností cílů uvedených v předchozí kapitole.

4.1 Dotazníky

Dotazníky byly tvořeny na základě zásad formulovaných Chráskou (2007) a pilotně testovány. Obsahovaly uzavřené, otevřené i škálovací otázky. Pokud byly použity uzavřené otázky s možností volby jedné odpovědi (například „kdo jako první kladně ovlivnil váš vztah k přírodě?“), byl odpovědím přidělen číselný kód, který pouze označoval stav kategoriální proměnné. Odpovědi na otevřené otázky byly kódovány do kategorií, kterým byl následně přidělen číselný kód a také s nimi bylo nakládáno jako s kategoriální proměnnou. Pokud odpověď nespádala do žádné z navržených kategorií a nebyla zastoupena opakovaně, byla kódována jako „jiné“ popř. „ostatní“. K souhlasu s výroky byla použita pětibodová Likertova škála (Likert, 1932) s následujícím popisem: 1 – rozhodně souhlasím, 2 – spíše souhlasím, 3 – neutrální postoj, 4 – spíše nesouhlasím, 5 – rozhodně nesouhlasím.

Validita dotazníků byla ověřována konzultací s odborníky, případně byly použité ověřené nástroje. Spolehlivost (reliabilita) a vnitřní konzistence dotazníku byla ověřována pomocí Cronbachova α , pokud to umožnil charakter získaných dat, tj. u motivačního dotazníku. Pokud to bylo možné (u žáků se zájmem o biologii), byla pro ověření spolehlivosti nástroje použita metoda test – retest (Gavora, 2010).

4.2 Statistické zpracování dat

V celé práci byla vždy testována nulová hypotéza H_0 vyjadřující, že mezi proměnnými není vztah. Pokud byla tato vyloučena, byla přijata alternativní hypotéza H_1 , tedy že mezi proměnnými je vztah. Data byla přepisována do programu MS Excel (2010) a dále zpracována pomocí programu Statistica 12 (StatSoft), ve kterém byly vytvořeny i grafy.

Pokud to umožnil charakter dat, byla testována normalita rozložení získaných hodnot pomocí testů Kolmogorov-Smirnov a Shapiro-Wilk. Pokud šetření zahrnovalo desítky respondentů a rozložení dat se neblížilo normálnímu, byly dále používány neparametrické metody. Pokud byly respondentů stovky, byly využity parametrické testy.

Případný vliv více nezávislých proměných na závislou proměnnou byl zjišťován pomocí analýzy rozptylu ANOVA (popř. neparametrická varianta test Kruskal – Wallis). Vícenásobné porovnání p – hodnot, resp. Tukeyův post-hoc test bylo využito, pokud byla zamítnuta nulová hypotéza. Díky němu bylo možné určit, mezi kterými skupinami (kategoriemi) jsou statisticky významné rozdíly (Budíková, Králová, & Maroš, 2010, s. 202). Pro porovnání závislé proměnné v rámci jedné skupiny byl použit párový t-test, případně jeho neparametrická varianta Man – Whitneyův test. Pro porovnání rozdělení kategoriálních proměných byl využit Pearsonův χ^2 test nezávislosti. Pomocí Pearsonova korelačního koeficientu byly porovnávány dvě spojitě proměnné (Budíková et al., 2010). Síla případné závislosti byla posuzována podle hodnot uvedených v Tabulce 1.

Tabulka 1 Rozmezí hodnot korelačního koeficientu a interpretace vztahu proměných.

Korelační koeficient	Interpretace
$r = 1$	naprostá (funkční) závislost
$1,00 > r \geq 0,90$	velmi vysoká závislost
$0,90 > r \geq 0,70$	vysoká závislost
$0,70 > r \geq 0,40$	střední (značná) závislost
$0,40 > r \geq 0,20$	nízká závislost
$0,20 > r \geq 0,00$	velmi slabá závislost
$r = 0$	naprostá nezávislost

Převzato z Chráska, 2007, str. 105.

Rozdíly byly považovány za statisticky významné, pokud byla p – hodnota menší nebo rovna zvolené 5% hladině významnosti. Tato hladina byla stejná pro všechny statistické testy použité v této práci.

4.3 Zastoupení jednotlivých oblastí biologie v praktické výuce (dílčí cíl 1)

Zastoupení jednotlivých oblastí biologie v praktické výuce bylo zjišťováno dotazníkem, který byl nejprve ověřen při pilotním testování a poté upraven pro účely plošného testování.

4.3.1 Pilotní výzkum

Pro pilotní zjištění zastoupení jednotlivých oblastí biologie v praktické výuce na gymnáziích v ČR (dílčí cíl 1) byl sestaven dotazník Ia (Příloha 1) a provedeno dotazníkové šetření, při kterém byla použita tištěná verze dotazníku. Respondenty byli učitelé vyššího stupně gymnázia (ISCED 3), kteří se zúčastnili školení na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze, PřF UK (dostupný výběr, n = 19) v září roku 2012. Dotazník zjišťoval zejména témata vyučovaných praktických cvičení z biologie, hlavní činnosti, časovou dotaci standardních vyučovacích hodin a cvičení v rámci jednotlivých celků biologie podle RVP G (obecná biologie, biologie virů, biologie bakterií, biologie protist, biologie hub, biologie rostlin, biologie živočichů, biologie člověka, genetika a molekulární biologie, ekologie, případně mohli vyučující doplnit další celek nebo celky) („RVP G“, 2007) a vybavenost škol pomůckami pro výuku biologie. Dále dotazník zjišťoval počet let pedagogické praxe vyučujících, absolvovanou fakultu a vysokou školu, oblíbený obor biologie, typ střední školy, zda se výuka biologie na dané škole změnila po zavedení RVP. Bylo také zjišťováno, jak pravidelně učitelé zařazují do výuky praktických cvičení konkrétní aktivity jako mikroskopování, pitvání, určování organismů a další. Data byla vyhodnocena v programu MS Excel (2010) popisnými statistikami, zejména jako četnosti jednotlivých typů odpovědí. Počet hodin praktických cvičení byl vždy vztažen k počtu standardních vyučovacích hodin věnovaných danému tématu. Byl vypočítán poměr průměrů standardních hodin a hodin praktických cvičení věnovaných jednotlivým biologickým celkům. Tento poměr byl porovnán mezi danými celky, aby bylo možné shrnout, které celky mají nejméně vyučovaných hodin praktických cvičení. Byl porovnáván poměr, ne absolutní počty hodin, aby nevyšly jako z hlediska praktické výuky málo zastoupené ty celky, kterým je obecně věnováno méně hodin výuky. Pravidelnost zařazování konkrétních aktivit (praktických úloh) do výuky byla převedena na číselné kódy a vyhodnocena jako průměr, modus a medián. Výrokům byly přiřazeny tyto číselné

kódy: Pevná součást povinných praktických cvičení – hodnota 1, Občas zařazuji do praktických cvičení – hodnota 2, Zařazuji pouze do volitelných seminářů – hodnota 3, Tuto úlohu vůbec nezařazuji – hodnota 4.

4.3.2 Plošné zjišťování (on-line dotazník)

Před vlastním plošným zjišťováním byly stanoveny následující nulové hypotézy:

H₀: Mezi závislými proměnnými (důvody, které vyučující uváděli na podporu tvrzení, že praktická cvičení jsou důležitou součástí výuky biologie, resp. mezi jednotlivými typy vyučovaných praktických cvičení, případně mezi důvody pro nevyučování praktických cvičení pro konkrétní tematické celky) a nezávislými proměnnými (faktem, zda vyučující považují hodinovou dotaci praktických cvičení za dostatečnou, typem vystudované fakulty (pedagogická, nebo přírodovědecká), konkrétní fakultou, pohlavím, délkou pedagogické praxe a věkem) není vztah.

Na základě zkušeností s odpověďmi učitelů v pilotním dotazníku byl sestaven obdobně zaměřený a rozšířený on – line dotazník Ib pro učitele v prostředí Google Documents (Příloha 2). Byly zde doplněny některé varianty odpovědí, například možnost „Úlohu zařazuji v běžných hodinách“, protože tuto odpověď někteří vyučující uváděli. Součástí on-line dotazníku byly opět demografické údaje, jako pohlaví, věk, délka praxe, vyučované předměty, vystudované předměty a absolvovaná univerzita a fakulta. Vyučující byli dotazováni, které typy úloh využívají při výuce praktických cvičení daných tematických celků v rámci biologie (opět celky podle RVP G, viz výše). Cílem bylo upřesnit, ke kterým celkům je možné zařadit např. nejčastější mikroskopování a další typy úloh. Pokud nebyl nějaký typ úloh vyučován, byly zjišťovány důvody. Stejně tak byli vyučující dotázáni na důvody, proč si myslí, že praktická cvičení jsou nebo nejsou důležitou součástí výuky biologie.

Dotazník Ib byl rozesílán na e-mailové adresy učitelů na gymnáziích. Adresy byly získány z internetových stránek škol. Pokud nebylo možné získat adresy vyučujících biologie, byl odkaz na dotazník poslán vedení školy s prosbou o přeposlání vyučujícím biologie. Dotazník byl odeslán celkem na 426 adres vyučujících biologie, nebo vedení gymnázií ze všech krajů ČR (osloven byl celý základní soubor).

Jednotlivá témata praktických cvičení, stejně jako důvody pro nezařazení praktických cvičení a aktivity při nich prováděné byla v programu MS Excel (2010) kódována do kategorií (Tabulka 2). Data byla vyhodnocena v programu Statistica 12 (StatSoft) použitím

popisných metod, testů normality a neparametrických statistických testů. Byly zjištěny četnosti odpovědí v daných kategoriích a výše uvedený poměr „klasických“ hodin a hodin praktické výuky. Tento poměr byl použit k posouzení míry zastoupení praktických cvičení při výuce jednotlivých tematických celků biologie (viz výše).

Tabulka 2 Kódování odpovědí do jednotlivých kategorií.

Kód kategorie	Otázka		
	Důvody nezařazení praktického cvičení	Zařazení praktického cvičení	Aktivity při praktickém cvičení
1	Nedostatek vybavení	Pevná součást praktických cvičení	Mikroskopování
2	Nedostatek času	Občas zařazují	Fyziologie (i měření, aktivity enzymů)
3	Málo motivační pro žáky	Zařazují pouze do seminářů	Využití počítačů
4	Nedostatek zkušeností, námětů	Nezařazují	Odlévání zkamenělin
5	Více uvedených důvodů	Úlohu zařazují v běžných hodinách	Práce s textem, videem, referáty, hry
6	Jiné		Modelování
7	Učíme v rámci jiného celku		Pěstování kultur na živné půdě
8			Nelze určit
9			Určování organismů
10			Morfologie (např. rozbory květu, plodů, kosti)
11			Chromatografie
12			Pitvy
13			Určování lebek
14			Pozorování, měření
15			První pomoc
16			Izolace DNA

Kategoriím odpovědí na dané otázky byly přiřazeny číselné kódy. Pokud u otázky nebylo konkrétní číslo využito, je buňka prázdná.

Pro testování případného vztahu mezi demografickými proměnnými (absolvovaná fakulta, věk, pohlaví, délka pedagogické praxe, vystudovaná kombinace předmětů, vyučovaná kombinace předmětů) a vyučoványi typy cvičení, důvody pro nevyučování konkrétních cvičení a důvody pro (ne)důležitost praktických cvičení obecně byla použita neparametrická Kruskal – Wallis ANOVA s následným vícenásobným porovnáním p –

hodnot. Neparametrická varianta testu byla zvolena z důvodu relativně malého vzorku a tedy i odchylky od normálního rozložení (viz kapitola 5.1.2).

4.4 Navržení a otestování úloh pro praktická cvičení (dílčí cíl 2)

Pro témata, která vyšla z šetření mezi učiteli (dílčí cíl 1) jako méně zastoupená při výuce biologických praktických cvičení, byla připravena a otestována konkrétní praktická cvičení (dílčí cíl 2). Důraz byl kladen na provázanost s kurikulem (RVP-G) a využití zásad badatelsky orientované výuky (Papáček, 2010a), i když většina cvičení byla z důvodu využití laboratorního vybavení navržena na úrovni potvrzujícího bádání (Banchi & Bell, 2008). Žáci nicméně předem formulovali hypotézy a se svými návrhy dále pracovali. V závěru vyhodnocovali, zda byly pracovní hypotézy podpořeny, nebo vyvráceny.

Konkrétně byla navržena praktická cvičení pro tematické celky virologie a molekulární biologie a genetika. Praktické cvičení na téma virologie využívá modelů (Janštová & Jáč, 2014a). Praktická cvičení z molekulární biologie pro žáky středních škol, zejména gymnázií, jsou laboratorní, využívají tedy vybavení, které není na středních školách běžně dostupné (Falteisek, Černý, & Janštová, 2013; Janštová et al., 2014; Moravcová R. & Janštová, 2014; Moravcová S. & Janštová, 2014). V rámci výuky těchto molekulárně biologických laboratorních cvičení byl využit i již publikovaný námět na určení Rh faktoru (Rhesus faktoru, jednoho z krevních typů) pomocí metody polymerázové řetězové reakce (PCR) (Imperial & Boronat, 2005; Moravcová R. & Janštová, 2014).

Praktická laboratorní cvičení měla vždy úvodní fázi, ve které byli žáci seznámeni s cílem cvičení. Dále byli požádáni, aby navrhli možný postup, jak tohoto cíle dosáhnout. Žáci měli také za úkol navrhnout, jak budou vypadat jejich výsledky a tento návrh zdůvodnit. Získané výsledky a provedené postupy byly na závěr porovnány s navrženými v úvodu a žáci argumentovali, co mohlo způsobit případné rozdíly. Praktické cvičení využívající restriční štěpení DNA (Falteisek & Janštová – nepubl.) vyžadovalo ze strany studentů více vlastního vkladu a konkrétní návrhy řešení, šlo tedy o strukturované bádání (Banchi & Bell, 2008). Žáci dostali k dispozici čtyři mikrozkmavky se čtyřmi různými bakteriálními plazmidy, které se běžně používají v laboratoři. Konkrétně šlo o následující plazmidy:

pmCit N3 – klonovací vektor pro tvorbu proteinů spojených se žlutým fluorescenčním proteinem mCitrin, dovoluje expresi proteinů v eukaryotických buňkách, obsahuje gen pro rezistenci na kanamycin pro selekci v bakteriích a rezistenci na geneticin-418 pro selekci v eukaryotických buňkách

LATmCit – plazmid pmCit N3 s vloženým fragmentem signálního proteinu LAT do místa před N koncem fluorescenčního proteinu

LmCitLAT - plazmid pmCit N3 s vloženým krátkým exportním signálem (L=leader) před N konec a s fragmentem signálního proteinu LAT vloženým za C konec fluorescenčního proteinu

pGLO – plazmid umožňující expresi zeleného fluorescenčního proteinu EGFP (sekvenčně velmi podobného mCitrinu) v bakteriích

Zároveň je možné toto cvičení provést s jinými plazmidy, které jsou k dispozici, jak autorka ověřila v průběhu přípravného soustředění pro účastníky Mezinárodní Biologické olympiády 2015. Úkolem žáků bylo pomocí restrikčních endonukleáz rozštěpit molekuly a následně rozlišit plazmidy pomocí stanovení velikostí fragmentů DNA s využitím agarózové elektroforézy. Jak bylo zmíněno, každý mohl volit svůj postup, různou kombinaci restrikčních enzymů (k dispozici žáci měli tyto restrikční endonukleázy: NotI, ApaI, ApaLI, BamHI, BsrGI). Různí žáci tedy získali různě dlouhé fragmenty, ze kterých pak s pomocí orientační mapy plazmidu zjišťovali, o který plazmid se jedná. Obdobné cvičení je možné provádět i jako nelaboratorní, pouze teoreticky (Szeberényi, 2013).

Všechna zmíněná laboratorní cvičení byla pilotně testována na žácích středních škol poté, co byla nabídnuta k absolvování i středoškolským učitelům. Výběr učitelů byl dostupný. Osloveni byli učitelé, kteří dříve absolvovali školení na půdě PřF UK, a nabídka byla zároveň vyvěšena na internetové stránky Katedry učitelství a didaktiky biologie, PřF UK v Praze. Přihlásili se pouze ti učitelé/pedagogové, kteří měli zájem se svými žáky cvičení absolvovat. Hodnocení úloh žáky i vyučujícími probíhalo dotazníkovým šetřením (dotazník IIa a IIb v Příloze 3, resp. 4).

Středoškolští učitelé vedli pouze dva druhy laboratorních cvičení, a to restrikci plazmidů (Falteisek & Janštová – nepubl.) a elektroforézu bílkovin (Janštová et al., 2014). Vysokoškolský lektor (autorka této práce) vyučoval všechny čtyři typy testovaných praktických laboratorních cvičení (viz kap. 4.2).

4.4.1 Hodnocení praktických cvičení z molekulární biologie žáky

Všichni žáci vyplnili bezprostředně po ukončení praktického cvičení reflektivní dotazník (IIa, Příloha 3). Tento dotazník obsahoval 10 položek (5 otevřených položek, 1 uzavřená položka s výběrem odpovědi a 4 pětibodové položky s Likertovou škálou). Prostřednictvím položek Likertovy škály (zcela souhlasím, částečně souhlasím, neutrální postoj/nevím, částečně nesouhlasím, zcela nesouhlasím) žáci hodnotili srozumitelnost úvodního výkladu lektora, pochopení kroků postupu laboratorního protokolu, celkové provedení laboratorního cvičení a atraktivitu molekulárně biologického tématu cvičení. Split-half reliabilita položek Likertovy škály v reflektivním dotazníku činila 0,622. Relevantní připomínky a návrhy byly zapracovány do výsledné podoby praktických cvičení.

Vlastní hodnocení žáků bylo využito k získání odpovědí na následující otázky:

Je hodnocení srozumitelnosti, pochopení smyslu jednotlivých kroků pracovního postupu, celkového provedení a atraktivity tématu praktických cvičení ovlivněno typem cvičení, místem provedení či osobou vyučujícího, popřípadě pohlavím žáků nebo ročníkem studia na střední škole?

Byly testovány tyto hypotézy:

H₀: Místo provedení praktického cvičení nemá vliv na hodnocení praktického laboratorního cvičení žáky.

H₀: Vyučující praktického cvičení nemá vliv na hodnocení praktického laboratorního cvičení žáky.

H₀: Typ praktického cvičení nemá vliv na hodnocení praktického laboratorního cvičení žáky.

H₀: Pohlaví nemá vliv na hodnocení praktického laboratorního cvičení žáky.

H₀: Ročník studia na střední škole nemá vliv na hodnocení praktického laboratorního cvičení žáky.

Každá z těchto hypotéz obsahovala dílčí hypotézy, které se týkaly konkrétně hodnocení srozumitelnosti, pochopení jednotlivých kroků pracovního postupu, celkového provedení a atraktivity tématu.

Odpovědi na otevřené otázky (největší a nejmenší přínos laboratorního cvičení, nejzajímavější a nejméně zajímavé aspekty laboratorního cvičení) byly kódovány do následujících kategorií: (1) nové metody, přístroje a praktické vyzkoušení úlohy, (2) vlastní výsledek cvičení, (3) získání nových informací, (4) chybějící odpověď a odpověď „nic“, (5) časová náročnost cvičení, (6) vše a celé cvičení, (7) možnost uplatnit vlastní návrhy postupu a porovnat výsledek s předpoklady, (8) složitost/náročnost cvičení a (9) jiné odpovědi. Byly vyhodnoceny četnosti odpovědí v jednotlivých kategoriích. Také u poslední otázky dotazníku, která zjišťovala, jak žáky bavilo absolvované molekulárně biologické cvičení v porovnání s běžnými cvičeními ve škole a proč, byly vyhodnoceny absolutní a relativní četnosti odpovědí (Janštová & Jáč, 2015).

Pro vyhodnocení byla použita vícefaktorová analýza rozptylu bez opakování (ANOVA hlavních efektů) s následným Tukeyovým post-hoc testem, aby bylo možné určit, které kategorie se od sebe liší. Zároveň byla data pro kontrolu analyzována neparametrickým Kruskal-Wallisovým testem s vícenásobným porovnáváním. Obě statistické metody ukázaly stejné statisticky významné rozdíly mezi hodnocenými faktory.

Tato čtyři praktická cvičení byla dále využívána v dalších fázích výzkumu, konkrétně testování vlivu jednodenních praktických cvičení z molekulární biologie na motivaci žáků ke studiu biologie (kapitola 4.3).

4.4.2 Hodnocení praktických cvičení z molekulární biologie vyučujícími

Dotazník pro zjištění zpětné vazby po absolvování praktických cvičení vyplnili i učitelé (IIb, Příloha 4). Součástí bylo kromě zjištění počtu praktických cvičení, která žáci absolvují během běžné výuky (obdobně Ornstein, 2006), zjistit, zda by učitelé byli schopni dané molekulárně biologické cvičení učit sami, případně proč ne. Dále byli dotazováni, aby na pětibodové Likertově škále (1 zcela souhlasím, 2 spíše souhlasím, 3 částečně souhlasím, 4 spíše nesouhlasím, 5 zcela nesouhlasím) ohodnotili přínos praktických cvičení pro sebe a studenty a teoretickou i praktickou náročnost praktických cvičení pro studenty. Data byla přepsána do tabulky (MS Excel) a vyhodnocena jako četnosti a průměry (škálová data). Z důvodu malého počtu respondentů nebyla data vyhodnocována pomocí statistických testů.

4.5 Vliv praktických cvičení a dalších proměnných na motivaci žáků (dílčí cíl 3)

Případný vliv cvičení popsaných v kapitole 4.2 a dalších proměnných na motivaci žáků byl testován pomocí převzatého a pilotně ověřeného motivačního dotazníku (Glynn, Taasoobshirazi, & Brickman, 2009), který je uveden v Příloze 5 a 6 (Dotazník IIIa, resp. IIIb). Hodnota Cronbachova α původního pro původní verzi dotazníku byla 0,93; pro českou verzi 0,91. Reliabilita dotazníku tedy byla vyhodnocena jako dostačující.

Byly testovány následující hypotézy:

H₀: Absolvování praktických cvičení z molekulární biologie nemá vliv na výši dosaženého motivačního skóre.

H₀: Pohlaví žáků nemá vliv na výši dosaženého motivačního skóre.

H₀: Ročník studia na střední škole nemá vliv na výši dosaženého motivačního skóre.

H₀: Počet praktických cvičení vyučovaných v rámci běžné výuky biologie na střední škole nemá vliv na výši dosaženého motivačního skóre.

Respondenty byli žáci gymnázií a tří středních škol (obory zdravotnické lyceum, zdravotní asistent a veterinářství) (n = 623), kteří praktická cvičení absolvovali (n = 452), nebo byli součástí kontrolní skupiny (žáci pod vedením stejných učitelů, kteří praktická cvičení neabsolvovali, n = 171). Byl použit dostupný výběr (tedy učitelé a jejich žáci, kteří souhlasili s účastí ve výzkumu). Tato praktická cvičení byla nabídnuta učitelům středních škol. Pokud se se svými žáky zúčastnili, byli požádáni i o účast ve výzkumu. Pokud někteří žáci nesouhlasili, nemuseli dotazníky vyplňovat. Ne vždy se tedy výzkumu zúčastnili všichni žáci, kteří absolvovali praktická cvičení. Nekompletní dotazníky, ze kterých by nebylo možné spočítat motivační skóre, nebyly do výzkumu zařazeny. Pokud žáci uvedli pouze některé proměnné, ale bylo možné spočítat motivační skóre, byly jejich dotazníky zahrnuty. Data pak byla použita pro některé analýzy. Cílem bylo získat stovky respondentů, aby bylo možné zanedbat další faktory, které nebyly předmětem studie, jako socioekonomický status nebo studijní předpoklady žáků (Ornstein, 2006).

Dotazník zjišťující motivaci žáků k biologii (dílčí cíl 3 a 4) obsahoval celkem 30 otázek. Některé z nich byly formulovány i záporně, jak je doporučeno (Rattray & Jones, 2007). Hodnoty dosažené v záporně formulovaných otázkách byly překódovány (hodnota pět byla nahrazena hodnotou jedna a naopak, hodnota čtyři byla nahrazena hodnotou dvě a naopak).

Otázky byly rozděleny do celkem šesti dimenzí motivace (vnitřní, vnější, osobní význam, zodpovědnost, sebevědomí a úzkost; každá z nich byla zastoupena pěti otázkami) (Glynn et al., 2009) a dále doplněny o demografické otázky (Dotazník IIIa, viz Příloha 5). Tento dotazník žáci vyplnili vždy před praktickým cvičením (pokud ho absolvovali; tedy v čase T0) a šest týdnů po něm (v čase T1; Dotazník IIIb, viz Příloha 6). Žáci, kteří absolvovali praktické cvičení, vyplnili bezprostředně po ukončení také hodnotící dotazník (IIa, viz kapitola 4.2.1 a Příloha 3), který nezjišťoval motivaci, ale okamžitou zpětnou vazbu, hodnocení praktických cvičení.

U žáků, kteří absolvovali praktické cvičení z molekulární biologie, byl dále zjišťován případný vliv místa provedení cvičení (střední versus vysoká škola), vyučujícího (vysokoškolský lektor/odborník versus proškolený středoškolský pedagog) a typ absolvovaného cvičení (čtyři různá molekulárně biologická praktická laboratorní cvičení, Falteisek et al., 2013; Imperial & Boronat, 2005; Janštová et al., 2014, Falteisek & Janštová – nepubl., viz kap. 4.2) na dosaženou výši motivačního skóre. Pomocí analýzy rozptylu ANOVA byly testovány následující nulové hypotézy:

H_0 - místo provedení nemá vliv na výši dosaženého motivačního skóre.

H_0 - vyučující nemá vliv na výši dosaženého motivačního skóre.

H_0 - typ praktického cvičení nemá vliv na výši dosaženého motivačního skóre.

Případná korelace mezi výší motivačního skóre před a po cvičení, resp. počtem praktických cvičení v rámci běžné výuky a výší motivačního skóre před cvičením byla testována pomocí Pearsonova korelačního koeficientu.

Žáci kontrolní skupiny v průběhu těchto šesti týdnů neabsolvovali při výuce biologie žádné mimořádné aktivity ani praktická cvičení. Od vyučujících byl kromě spokojenosti s praktickými cvičeními pomocí krátkého dotazníku (Dotazník IIb, viz kapitola 4.2.2 a Příloha 4) zjištěn počet praktických cvičení absolvovaných během výuky v jednotlivých ročnících. Průměrný počet praktických cvičení v běžné školní výuce biologie byl použit jako jedna z nezávisle proměnných. Bylo spočítáno (MS Excel, 2010) celkové motivační skóre i skóre jednotlivých dimenzí motivace (Glynn et al., 2009).

Závislost motivačního skóre (celkově dosaženého v pre-testu, případně jeho jednotlivých dimenzí) na nezávisle proměnných, tj. příslušnost ke skupině („cvičení“ versus „kontrola“), pohlaví (dívky $n = 399$; chlapci $n = 224$), ročník (1. ročník $n = 62$; 2. ročník n

= 83; 3. ročník $n = 260$; 4. ročník $n = 218$) byly testovány analýzou rozptylu ANOVA s následným Tukeyovým post-hoc testem. Případné rozdíly mezi motivačním skóre v čase T0 a T1 v rámci skupin byly testovány párovým t-testem.

4.6 Porovnání motivačního skóre žáků v České republice a na Novém Zélandu (dílčí cíl 4)

Žáci z Nového Zélandu vyplňovali dotazník (anglická verze dotazníku Glynn et al., 2009 upravená dvěma rodilými mluvčími z Nového Zélandu, Dotazník IIIc, viz Příloha 7) pouze v jednom časovém bodě. Cronbachovo α pro novozélandskou verzi dotazníku bylo 0,89, vnitřní míra korelace položek dotazníku tedy byla dostatečná.

Testovány byly tyto nulové hypotézy:

H_0 – proměnné pohlaví, resp. typ školy a oblíbený předmět nemají vliv na výši dosaženého motivačního skóre novozélandských žáků.

H_0 – dosažené hodnoty motivačního skóre žáků z České republiky a z Nového Zélandu se neliší.

Pomocí zmíněného dotazníku byly zjištěny demografické údaje, jako ročník, pohlaví, škola (školy byly dále děleny na chlapecké, dívčí a koedukované) a oblíbený předmět (otevřená otázka). Oblíbený předmět byl dále kódován do dvou kategorií, přírodovědné předměty spolu s matematikou (biologie, chemie, zeměpis, tělesná výchova, pod kterou na Novém Zélandu spadá i anatomie a částečně fyziologie člověka, fyzika, matematika, pěstitelské práce, zdravotnictví, nauka o výživě a potravinářství) a ostatní. Vliv oblíbeného předmětu na motivační skóre byl brán také jako vnitřní kontrola validity motivačního dotazníku. Tedy pro kontrolu, že žáci, kteří měli oblíbený přírodovědný předmět, dosáhli vyššího motivačního skóre. Tento postup je používán i ve studiích jiných autorů (Coll, Dalgety, & Salter, 2002; Kubiak, 2014). Nebyl zjišťován počet praktických cvičení ve výuce, protože vyučovací hodiny jsou uspořádány jinak než v ČR. Typicky probíhají v učebně, která je zároveň laboratoří. Praktické aktivity jsou tak typicky součástí většiny vyučovacích hodin (Janštová, vlastní zjištění). Dotazník vyplnilo 709 žáků středních škol, kteří měli biologii jako jeden z vyučovaných předmětů. Celkem byla získána data od 444 dívek a 264 chlapců z ročníků odpovídajících třetímu ($n = 455$) a čtvrtému ($n = 253$) ročníku střední školy.

Protože pro novozélandské žáky je povinný předmět „přírodní vědy“ (science) a ne již konkrétní přírodovědně zaměřené předměty podle oborů (biologie, chemie, fyzika), byli to žáci, kteří si biologii na střední škole zvolili. Proto bylo jejich motivační skóre porovnáváno se skóre českých žáků, kteří si zvolili biologický seminář. To zabránilo zkreslení, ke kterému by mohlo dojít, kdyby mezi novozélandskými žáky byli pouze ti, kteří si biologii zvolili a mezi českými všichni žáci bez rozdílu.

Bylo spočítáno (MS Excel, 2010) celkové motivační skóre, i skóre jednotlivých dimenzí motivace (vnitřní, vnější, osobní význam, zodpovědnost, sebevědomí a úzkost), které jsou v dotazníku zastoupena stejným počtem otázek (Glynn et al., 2009). Závislost motivačního skóre na nezávisle proměnných, tj. příslušnost ke skupině podle oblíbeného předmětu, pohlaví, ročník, a typ školy, byla testována analýzou rozptylu ANOVA s následným Tukeyovým post-hoc testem. Případný vliv pohlaví na výši dosaženého motivačního skóre byl testován i samostatně nepárovým t-testem, protože tato proměnná a proměnná typ školy se překrývají. Náhodnost rozložení počtů chlapců a dívek a oblíbeného předmětu (přírodovědný versus nepřírodovědný) bylo testováno Pearsonovým χ^2 testem nezávislosti.

4.7 Žáci se zájmem o biologii (dílčí cíl 5)

Aby bylo možné popsat faktory, které přivedly žáky se zájmem o biologii k tomuto oboru, byli osloveni respondenti z této specifické skupiny. Byl použit Dotazník IV (Příloha 8). Tato část výzkumu byla provedena ve spolupráci s RNDr. Martinem Jáčem, Ph.D. a Mgr. Radkou M. Dvořákovou⁵.

Testovány byly tyto nulové hypotézy:

H_0 – řešitelé Ústředního kola BiO a další zájemci o biologii (účastníci letního odborného soustředění, celostátní přehlídky SOČ a žáci, kteří si zvolili biologický seminář) se neliší ve věku rozpoznání prvotního zájmu o přírodu, ve výběru oblíbených předmětů a oborů biologie a v přístupu k oboru biologie.

H_0 – řešitelé jakéhokoliv kola BiO a další zájemci o biologii se neliší ve věku rozpoznání prvotního zájmu o přírodu, ve výběru oblíbených předmětů a oborů biologie a v přístupu k oboru biologie.

⁵ Pilotní data z výzkumu v roce 2014 byla publikována (Janštová, Jáč, & Dvořáková, 2015). Výzkum pokračuje i v roce 2015.

H₀ – chlapci a děvčata se neliší ve věku rozpoznání prvotního zájmu o přírodu, ve výběru oblíbených předmětů a oborů biologie a v přístupu k oboru biologie.

H₀ – žáci z různých typů škol se neliší ve věku rozpoznání prvotního zájmu o přírodu, ve výběru oblíbených předmětů a oborů biologie a v přístupu k oboru biologie.

Respondenti (n = 154, z toho 144 žáků navštěvovalo gymnázium a 8 žáků střední odbornou školu, 2 žáci typ školy nevyplnili) byli rozděleni do následujících kategorií: 1) řešitelé Ústředního kola Biologické olympiády v roce 2014 (n = 34); 2) účastníci celostátní přehlídky SOČ biologicky zaměřených oborů (dále jen „SOČ“) v roce 2014 (n = 19); 3) účastníci letního biologického soustředění středoškoláků Arachne v roce 2014 (n = 24) a účastníci dobrovolných akcí hnutí Brontosaurus (n = 4); 4) žáci gymnázií z Prahy, Olomouce a Rožnova pod Radhoštěm přihlášení do volitelných seminářů s biologickým zaměřením (n = 73). Dotazníky (Dotazník IV, viz Příloha 8 – otázky týkající se přímo BiO nebyly součástí dotazníků pro zbylé skupiny respondentů) byly vytvořeny na základě rozhovorů s 11 bývalými řešiteli Ústředního kola BiO na téma „co vás přivedlo k biologii a k řešení BiO“. Tyto hloubkové polostrukturované rozhovory, které byly nahrávány na diktafon pro pozdější analýzu, vedla autorka práce. Jednalo se o dostupný výběr bývalých účastníků Ústředního kola BiO různých věkových kategorií. Všichni oslovení souhlasili s účastí ve výzkumu. Rozhovory byly použity jako „zdroj dat o skutečnosti“ (Švaříček & Šedřová, 2007, str. 160), přístup byl inspirován zakotvenou teorií (Švaříček & Šedřová, 2007). Vzhledem k tomu, že rozhovory s posledními bývalými účastníky již nepřinesly kvalitativně nové informace, byl vzorek nahrávek považován za teoreticky nasycený. Rozhovory byly vedeny zhruba podle osnovy v Příloze 9. Z nahraných rozhovorů byly vybrány motivy respondentů a lidé, kteří je ovlivnili ve vztahu k biologii, jejich zkušenosti s Biologickou olympiádou i jinými soutěžemi, s biologií jako školním předmětem a zájmovými kroužky a soustředěními. Na základě těchto informací z rozhovorů byly sestaveny možnosti odpovědí v dotazníku, který byl použit v další fázi výzkumu.

Součástí dotazníků byly kromě demografických údajů i postojové otázky, hodnocení jednotlivých biologických oborů, školních předmětů a činností v rámci výuky biologie. Obsahová a konstruktová validita byla ověřena konzultací se třemi odborníky⁶, reliabilita metodou test-retest (shoda 75% po šesti týdnech, n = 21). Návratnost dotazníků činila 80%.

⁶ Doc. Jan Černý, Ph.D., Doc. Jan Havlíček, Ph.D. a PhDr. Martin Rusek, Ph.D.

Data byla kódována v programu MS Excel (2010) a dále statisticky zpracována pomocí Pearsonova χ^2 testu nezávislosti (pokud to umožnily hodnoty očekávaných četností, tj. žádná z nich nebyla menší než 1 a maximálně 20% hodnot bylo menších než 5; kategorie nebyly, až na výjimku, dále slučovány, aby nedošlo ke ztrátě informace (Budíková et al., 2010, str. 206) a testovány pomocí neparametrického Kruskal-Wallisova. Odpovědi na otevřené otázky byly tříděny do kategorií, na kterých se na základě analýzy odpovědí respondentů shodla autorka se zmíněnými spolupracovníky RNDr. Martinem Jáčem, Ph.D. a Mgr. Radkou M. Dvořákovou. Odpovědi na otázku „Co Vás přivedlo k zájmu o živé organismy/přírodu?“ byly rozděleny do kategorií *rodina; učitel a škola; pobyt venku a procházky v přírodě; touha po poznání přírody; zájem přišel sám bez okolních podnětů; nevím a ostatní*. Odpovědi na otázku „Která oblast biologie Vás nejvíce zajímá v současnosti? Uveďte jednu hlavní.“ byly kategorizovány jako *buněčná a molekulární biologie; genetika; evoluční biologie; mikrobiologie; protozoologie; botanika; zoologie; mykologie; biologie člověka; fyziologie; ekologie; vše; nevím a ostatní*. Povolání rodičů byla tříděna do kategorií *učitel; povolání, která mají souvislost s biologií* (např. lékař, zdravotní sestra); *povolání, která nemají souvislost s biologií* (ostatní); a *nelze určit* (např. v důchodu, na mateřské dovolené, zemřel). Byly vyhodnoceny četnosti odpovědí na demografické charakteristiky podle jednotlivých kategorií respondentů (účastníci BiO, SOČ, Arachne/Brontosaurus a seminářů, viz výše). Rozložení odpovědí na uzavřené otázky (nejnižší věk uvědomělého zájmu o přírodu; účast v zájmových kroužcích s přírodovědnou tematikou) bylo testováno Pearsonovým χ^2 testem nezávislosti. V případech, kdy byly tyto četnosti příliš nízké (účast ve volitelném semináři s biologickou tematikou; zájem o oblasti biologie; podnět, který inicioval zájem o přírodu; věnování se biologii ve volném čase; povolání rodičů; budoucí studium či zaměstnání), byly odpovědi vyhodnoceny pouze jako četnosti. U odpovědí na otázky se škálami Likertova typu byla testována normalita rozložení. Poté byly odpovědi vyhodnoceny pomocí neparametrického Kruskalova-Wallisova testu s následným mnohonásobným porovnáváním (Budíková et al., 2010 s. 202).

5 Výsledky

Výsledky budou probrány postupně, podle jednotlivých stanovených cílů. Dílčím cílům odpovídá číslování podkapitol.

5.1 Zastoupení jednotlivých oblastí biologie v praktické výuce

Při plnění dílčího cíle 1 byli vyučující osloveni se dvěma verzemi dotazníku, tištěnou pilotní verzí (Dotazník Ia, Příloha 1) a upravenou a rozšířenou on-line verzí (Dotazník Ib, Příloha 2).

5.1.1 Pilotní verze dotazníku pro učitele

Návratnost pilotní tištěné verze dotazníku byla 100%, ale tři dotazníky byly vyřazeny z důvodu nekompletního vyplnění. Dále tedy byla zpracována data od 19 respondentů, tj. 86,4%. Pilotní šetření bylo připraveno a využito z důvodu otestování sestaveného dotazníku a získání podnětů k jeho úpravám. Mezi respondenty pilotního šetření byli zastoupeni absolventi Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze (n = 10), Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity Brno (n = 2), Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové (n = 3), Pedagogické fakulty Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem (n = 1), Fakulty tělesné výchovy a sportu UK v Praze (n = 2) a České zemědělské univerzity - bez uvedení fakulty (n = 1). Z toho bylo 5 mužů a 14 žen, délka pedagogické praxe se pohybovala mezi třemi a 30 roky (průměrně 17,16 let, směrodatná odchylka 8,05). Jeden vyučující byl z blíže nespecifikované střední odborné školy, dva ze střední zemědělské školy, zbylí učitelé (n = 16) vyučovali na gymnáziích. Až na šest učitelů uvedli všichni zbývající (n = 12), že po zavedení RVP se výuka biologie nezměnila. Jeden vyučující tuto změnu upřesnil jako větší důraz na ekologii a větší volitelnost, další „pouze“ jako jinou posloupnost učiva, či změnu hodinových dotací a paradoxně větší svázanost učiva. Dva učitelé změnu neupřesnili. Zajímavé bylo rozložení oblíbených oborů biologie, pokud vyučující nějaké měli. Výsledky ukazuje Tabulka 3. Jak je vidět, nejzastoupenější byla molekulární a buněčná biologie a genetika. To i přesto, že ve výuce je věnován větší prostor jiným tematickým celkům. Je potřeba zopakovat, že tito učitelé netvořili reprezentativní vzorek, byli vybráni dostupným výběrem.

Tabulka 3 Četnost oborů biologie (tematických celků výuky), které uvedli učitelé jako své oblíbené.

Obor biologie	Počet respondentů
žádný/ všechny	5
molekulární a buněčná biologie, genetika	10
botanika	2
biologie člověka	3
evoluční biologie	1
mikrobiologie	1
chybí specifikace	2

Někteří učitelé psali další komentáře, jako „laboratorní cvičení i teorie jsou stejně důležité, cvičení být musí“, „obojí je potřeba“, „ke každému tématu se něco hodí více“ či „praktika jsou nutnou součástí biologie“, „praktická cvičení jsou dobrá i z hlediska jiného přístupu a komunikace se studenty“.

Popřípadě doplňovali možnost „jiné“ např. „při laboratorních cvičeních si žáci ověří a potvrdí znalosti z běžných hodin“.

Jako potřebné vybavení, které na školách chybí, zmiňovali stereoskopické mikroskopy (běžně nazývané binokulární lupy), preparační a pitevní sady, mikroskop s kamerou, automatické pipety, modely orgánů, tlakoměry, spotřební materiál, dalekohledy a další vybavení do terénu, popřípadě počítač a dataprojektor. Některým vyučujícím žádné vybavení nechybělo, celkově se odpovědi na tuto otázku velmi lišily.

Nejčastější typ úloh zařazovaných do výuky praktických cvičení z biologie bylo mikroskopování dočasných preparátů následované mikroskopováním trvalých preparátů. Třetím nejčastějším typem úlohy byly aktivity zaměřené na fyziologii člověka. Na posledním místě, tedy nejméně prováděné byly etologické pokusy. Ty spolu s úlohami jako modelování, molekulárně biologickými úlohami nebo např. hraním rolí byly nejčastěji hodnocené možností 4, tj. „tuto úlohu vůbec nezařazují“. Všechny činnosti a průměry i mediány jejich hodnocení jsou uvedeny v Tabulce 4.

Tabulka 4 Hodnocení různých typů úloh, které mohou být součástí biologických praktických cvičení.

Průměrné hodnocení	Medián	Modus	Typy úloh zařazovaných do výuky praktických cvičení
1,05	1	1	Mikroskopování dočasných preparátů
1,37	1	1	Mikroskopování trvalých preparátů
1,44	1	1	Fyziologie člověka (měření tepové frekvence, reflexů apod.)
1,53	1	1	Určování organismů podle klíče
1,61	1	1	Pitvy bezobratlých
1,79	1,5	1	Tvorba herbářů a sbírek přírodnin
2,00	1	1	Pozorování a určování nerostů, hornin a půd
2,11	2	1	Teoretické úlohy (např. počítání příkladů z genetiky)
2,18	2	1	Pokusy z fyziologie rostlin (např. klíčivost semen, vodní režim apod.)
2,42	2,5	1	Jednoduchá izolace DNA z rostlinných nebo živočišných buněk
2,44	3	3	Pitvy obratlovců
2,89	3	4	Mikrobiologická praktika (např. kultivace mikroorganismů a příp. jejich pozorování)
3,16	4	4	Chov zvířat/pěstování rostlin na škole
3,37	4	4	Modelování pomocí papírnických a výtvarných potřeb (např. virů, buňky, nebo biologických dějů)
3,37	4	4	Molekulárně biologické úlohy (např. množení DNA in vitro, její zviditelnění nebo dělení elektroforézou)
3,53	4	4	Ekologické pokusy (např. potravní řetězce)
3,53	4	4	Hraní rolí (studenti hrají role např. chemických sloučenin, druhů organismů apod.)
3,74	4	4	Odlévání přírodnin
3,79	4	4	Etologické pokusy (např. pokusy související s chováním zvířat chovaných ve škole)

Vyučující hodnotili pomocí čtyř výroků, kterým byly přiřazeny číselné kódy (viz kap. 4.1): „Pevná součást povinných praktických cvičení“ (hodnota 1), „Občas zařazuji do praktických cvičení“ (hodnota 2), „Zařazuji pouze do volitelných seminářů“ (hodnota 3), „Tuto úlohu vůbec nezařazuji“ (hodnota 4). V tabulce jsou uvedeny průměry, střední hodnoty (medián) a nejčastější hodnoty (modus).

Kromě typů úloh byl zkoumán počet hodin věnovaných konkrétním tematickým celkům a to jak počet hodin standardní výuky, tak praktických cvičení. V Tabulce 5 jsou uvedené poměry hodin standardní a praktické výuky, které byly použity k porovnání tematických celků. U biologie virů učitelé neuváděli žádná praktická cvičení. Další celky s malým zastoupením praktické výuky byly ekologie a genetika a molekulární biologie. V tematických celcích ekologie, genetika a molekulární biologie se v počtech hodin vyučovaných praktických cvičení vyskytly odlehlé hodnoty. Konkrétně u molekulární biologie byl vyučující, který uvedl, že vyučuje 10 hodin praktických cvičení a vyučující se

čtyřmi hodinami praktických cvičení. V případě tematického celku ekologie se jednalo o vyučujícího, který vyučoval čtyři hodiny praktických cvičení. Tyto hodnoty ovlivnily průměrný počet vyučovaných hodin praktických cvičení z ekologie a genetiky a molekulární biologie. Nejvíce hodin praktických cvičení (vztaženo k počtu klasických hodin) bylo vyučováno u celků biologie hub, rostlin a protist (Janštová, 2013).

Tabulka 5 Hodnoty poměrů průměrů počtu hodin klasické výuky a praktických hodin, které vyučující věnují jednotlivým biologickým tématům.

Tematický celek biologie	Poměr průměrů počtu hodin standardní a praktické výuky
biologie virů	*
ekologie	16,82
genetika a molekulární biologie	13,20
biologie člověka	12,26
biologie bakterií	11,45
biologie živočichů	9,78
obecná biologie	9,48
biologie rostlin	7,03
biologie protist	5,64
biologie hub	4,35

Vysvětlivky: *Chybí hodnota - k danému tematickému celku učitelé nezařazují žádná praktická cvičení

5.1.2 On-line verze dotazníku pro učitele

On-line verze dotazníku (Dotazník Ib) měla nižší návratnost, ze 426 rozeslaných dotazníků bylo vyplněno 62, tedy 14,55%. Z toho důvodu nelze výsledky považovat za reprezentativní. Získaná data byla popsána metodami popisné statistiky a dále byly testovány možné vztahy mezi proměnnými.

5.1.2.1 Charakteristika vzorku respondentů

Celkem odpovědělo 47 žen a 15 mužů. Všichni respondenti měli vysokoškolské vzdělání. Konkrétní vystudovanou fakultu ukazují data v Tabulce 6.

Tabulka 6 Vystudovaná fakulta a univerzita.

Fakulta	Počet respondentů
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze	32
Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci	3
Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity	1
Přírodovědecká fakulta Ostravské univerzity v Ostravě	3
Pedagogická fakulta Univerzity Hradec Králové	2
Přírodovědecká fakulta Univerzity Jana Evangelisty Purkyně	4
Přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity	5
Pedagogická fakulta Masarykovy Univerzity	2
Ostatní	10

Z celkového počtu 62 respondentů 48 vystudovalo přírodovědeckou fakultu a 11 pedagogickou fakultu některé z tuzemských univerzit.

Délka pedagogické praxe respondentů se lišila. Někteří učili i více než 30 let, jiní neučili déle než pět let. Rozložení kategorií počtu let pedagogické praxe ukazuje Tabulka 7. Žádný z respondentů nebyl mladší 30 let, jak ukazuje Tabulka 8.

Tabulka 7 Délka pedagogické praxe.

Délka pedagogické praxe v rozmezí let	Počet respondentů
0-5	5
6-9	9
10-19	16
20-29	19
30 a více	13

Tabulka 8 Věk učitelů.

Věk v rozmezí let	Počet respondentů
20-29	0
30-39	15
40-49	18
50-59	20
60 a více	9

Většina učitelů ($n = 57$) vyučovala kombinaci předmětů, kterou vystudovala. Zbýlých pět učitelů buď vystudovalo pouze biologii a reálně učí i další předmět (tři respondenti, vyučují IVT, informační a výpočetní techniku, nebo jiný předmět), nebo vystudovali

biologii s dalším předmětem, ale vyučují předmět jiný, konkrétně místo matematiky IVT resp. místo chemie jiný předmět.

5.1.2.2 Povinná výuka biologie

Týdenní dotace klasických hodin biologie se v jednotlivých ročnících pohybovala v rozmezí od nuly do tří hodin (Tabulka 9).

Tabulka 9 Počet hodin „klasické“ výuky biologie týdně v jednotlivých ročnících.

Počet hodin klasické výuky biologie za týden	1. ročník	2. ročník	3. ročník	4. ročník
0	0	0	2	29
1	1	0	0	6
2	58	56	54	27
2,5	1	0	2	0
3	2	6	4	0

Jsou uvedeny četnosti odpovědí v jednotlivých kategoriích.

Počet hodin praktických cvičení v jednotlivých ročnících se lišil více. Cvičení byla rozvrhována v různě dlouhých časových intervalech. Proto byly počty opět převedeny na hodiny za týden. Tyto hodnoty uvádí Tabulka 10.

Tabulka 10 Počet hodin praktických cvičení z biologie týdně v jednotlivých ročnících.

Počet praktických cvičení za týden	1. ročník	2. ročník	3. ročník	4. ročník
0	19	23	29	55
0,1	1	1	1	1
0,25	2	2	2	1
0,3	1	1	1	0
0,33	1	0	0	0
0,5	9	9	9	0
0,6	1	1	1	0
0,67	1	1	1	0
0,7	0	1	1	0
1	19	16	12	1
2	7	7	5	3
3	1	0	0	1

Jsou uvedeny četnosti odpovědí v jednotlivých kategoriích.

Většina vyučujících nepovažovala hodinovou dotaci praktických cvičení za dostatečnou, všichni zvolili jinou možnost než „nevím“ (Tabulka 11).

Tabulka 11 Odpovědi respondentů na otázku, zda považují hodinovou dotaci praktických cvičení za dostatečnou.

Považujete hodinovou dotaci praktických cvičení za dostatečnou?	Počet respondentů
ano	10
spíše ano	8
nevím	0
spíše ne	19
ne	25

Jsou uvedeny četnosti odpovědí podle míry souhlasu na pětibodové Likertově škále.

Učitelé uváděli různé důvody, proč považují praktická cvičení za důležitou součást výuky. Na otázku „Praktická cvičení z biologie považuji za důležitou součást výuky biologie, protože:“ mohli odpovědět výběrem libovolného počtu možností včetně možnosti „jiné“ (Tabulka 12). Až na jednoho vyučujícího volili všichni více důvodů, proč považují praktický cvičení za důležitou součást výuky. Žádný z učitelů nevedl, že nepovažuje praktická cvičení za důležitou součást výuky.

Tabulka 12 Důvody proč vyučující považují praktická cvičení z biologie za nutnou součást výuky.

Důvod proč považují učitelé praktická cvičení za důležitou součást výuky	Počet daných odpovědí
Při praktických cvičeních získají žáci jiné znalosti než v běžných hodinách	62
Při praktických cvičeních získají žáci jiné dovednosti než v běžných hodinách	57
Žáci si na praktických cvičeních ověří a potvrdí znalosti z běžných hodin	55
Žáci si díky praktických cvičením lépe zapamatují učivo	53
Praktická cvičení žáky baví více než teoretické hodiny	37
Žáci na praktických cvičeních uplatní teoretické znalosti	33
Praktická cvičení mi přinášejí radost	17
Jiné	62

Bylo možno vybrat více odpovědí než jednu.

Počty hodin klasické výuky věnované jednotlivým tematickým celkům biologie se velmi lišily, jak je vidět v Tabulce 13. Obdobně počty hodin praktických cvičení věnovaných jednotlivým tematickým celkům biologie byly různorodé, i když lze vysledovat celky,

které jsou v praktických cvičeních zastoupeny výrazně více nebo méně, jako např. biologie virů nebo molekulární biologie a genetika (Tabulka 14).

Tabulka 13 Počty hodin „klasické“ výuky biologie věnované konkrétním tematickým celkům biologie.

Číslo udává počet respondentů, kteří zvolili danou časovou dotaci.

Počet hodin klasické výuky	Obecná biologie	Biologie bakterií	Biologie protist	Biologie hub	Biologie rostlin	Biologie živočichů	Biologie člověka	Biologie virů	Genetika a molekulární biologie	Ekologie
1	1	4	2	1	0	0	0	2	1	1
2	0	7	8	5	0	0	0	23	0	3
3	1	13	5	12	0	0	0	12	1	0
4	1	17	15	14	0	0	0	14	1	5
5	3	11	5	6	0	0	0	5	0	5
6	6	5	15	11	0	0	0	3	3	9
7	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1
8	3	3	6	3	2	0	0	0	1	3
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	18	1	4	4	2	2	0	2	7	10
12	2	0	0	1	0	1	0	0	2	1
13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	10	0	0	1	1	0	0	0	3	4
16	2	0	0	0	0	0	0	0	4	3
17	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0
20	8	0	0	1	4	1	1	0	10	9
21	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
24	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
25	1	0	0	0	3	0	0	0	5	1
28	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Tabulka 14 Počty hodin praktických cvičení výuky věnované konkrétním tematickým celkům biologie.

Číslo udává počet respondentů, kteří zvolili danou časovou dotaci.

Počet hodin praktických cvičení	Obecná biologie	Biologie bakterií	Biologie protist	Biologie hub	Biologie rostlin	Biologie živočichů	Biologie člověka	Biologie virů	Genetika a molekulární biologie	Ekologie
0	1	29	5	8	1	5	12	50	36	34
1	14	28	32	34	1	1	3	11	10	12
2	20	5	20	15	7	4	4	1	6	11
3	17	0	3	4	8	7	10	0	7	1
4	7	0	1	0	10	7	4	0	1	0
5	1	0	0	0	5	11	7	0	0	0
6	0	0	1	1	8	5	3	0	1	1
7	0	0	0	0	5	2	1	0	0	0
8	1	0	0	0	1	2	7	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
10	0	0	0	0	7	11	4	0	0	1
11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0
13	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
14	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
15	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0
16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
20	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0
40	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
terénní týden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Poměr průměrných počtů hodin klasické výuky biologie a praktických cvičení pro jednotlivé tematické celky ukazuje Tabulka 15. Tento poměr byl považován za objektivnější ukazatel zastoupenosti praktické výuky než absolutní počet praktických cvičení. Jak je z Tabulky 15 zřejmé, jako tematické celky s nejmenším podílem praktické výuky se umístily genetika a molekulární biologie, biologie virů a ekologie, stejně jako v pilotním šetření, pouze v jiném pořadí. Stejně tak tři tematické celky s největším podílem praktických cvičení vyšly v obou fázích výzkumu stejné, tedy biologie protist, hub a rostlin, i když opět v jiném pořadí.

Tabulka 15 Tematické celky seřazené sestupně podle míry zastoupení praktických hodin ve výuce.

Tematický celek biologie	Poměr průměrů počtu hodin standardní a praktické výuky
Genetika a molekulární biologie	17,53
Biologie virů	15,87
Ekologie	9,75
Biologie člověka	9,55
Biologie živočichů	8,12
Biologie bakterií	6,53
Obecná biologie	5,17
Biologie rostlin	4,86
Biologie hub	4,02
Biologie protist	3,38

Tabulka udává poměr průměrů hodin klasické a praktické výuky. Čím větší je tento poměr, tím méně hodin praktické výuky je vyučováno v rámci daného tematického celku.

Četnosti jednotlivých typů cvičení byly vždy vztaheny k tematickým celkům, v rámci kterých je učitelé vyučují. Byla tak získána přesnější informace než v pilotní fázi výzkumu. Údaje jsou shrnuty v Tabulce 16. Jak je zřejmé, nejčastější typ praktického cvičení, tedy mikroskopování, se uplatnil téměř u všech tematických celků (kromě biologie virů, kde by to ani technicky nebylo možné, a ekologie, kde se také spíše nabízejí jiné typy aktivit). Nejvíce různých typů praktických cvičení bylo vyučováno v tematickém celku biologie živočichů.

Obdobně důvody pro nezařazování praktických cvičení do výuky biologie byly zjišťovány ve vztahu k tematickým celkům. Jak je zřejmé, nejčastějším důvodem nezařazení praktických cvičení obecně byl z pohledu učitelů nedostatek českých metodických materiálů (návodů) následovaný nedostatečným vybavením (Tabulka 17).

Tabulka 16 Zastoupení jednotlivých typů praktických cvičení ve výuce konkrétních tematických celků biologie.

Typy praktických cvičení	Obecná biologie	Biologie bakterií	Biologie protist	Biologie hub	Biologie rostlin	Biologie živočichů	Biologie člověka	Biologie virů	Genetika a molekulární biologie	Ekologie
Mikroskopování	52	19	49	36	44	28	14	0	2	0
Fyziologie (i měření, aktivity enzymů)	1	0	0	0	5	2	28	0	1	1
Využití počítačů	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odlévání zkamenělin	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Práce s textem, videem, referáty, hry	0	4	0	0	3	7	3	8	15	7
Modelování	0	2	0	0	0	0	1	1	1	0
Pěstování kultur na živné půdě	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Nelze určit	0	0	0	5	1	1	3	0	0	1
Určování organismů	0	0	0	24	37	18	0	0	0	0
Rozbory květu a jiných orgánů, kosti	0	0	0	0	24	0	12	0	0	0
Chromatografie	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Pitvy	0	0	0	0	0	27	8	0	0	0
Určování lebek	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Pozorování, měření	0	0	0	0	0	20	10	0	0	4
První pomoc	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
Izolace DNA	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0

Tabulka uvádí četnosti odpovědí.

Tabulka 17 Důvody pro nezařazování praktických cvičení ve výuce konkrétních tematických celků biologie.

Důvod nezařazení	Obecná biologie	Biologie bakterií	Biologie protist	Biologie hub	Biologie rostlin	Biologie živočichů	Biologie člověka	Biologie virů	Genetika a molekulární biologie	Ekologie	Celkem
Chybí vybavení	0	9	0	0	0	0	1	21	2	0	33
Nedostatek návodů na	1	6	3	6	0	4	12	15	27	21	95
Málo motivační	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Málo zkušeností	0	2	0	0	0	0	1	6	0	0	9
Jiné	0	8	0	0	1	0	0	7	4	2	22
Učíme v rámci	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9

Tabulka uvádí četnosti odpovědí.

5.1.2.3 Nepovinná (volitelná) výuka biologie

Kromě těchto povinných hodin biologie jsou na gymnáziích nabízeny i biologicky zaměřené semináře z biologie. Ty jsou volitelné, tedy pouze pro část žáků. Z toho důvodu byly sice zjištěny počty hodin výuky věnované jednotlivým tematickým celkům ve výuce seminářů (Tabulka 18), ale s touto informací nebylo dále pracováno.

Tabulka 18 Počty hodin výuky v rámci volitelných seminářů věnované konkrétním tematickým celkům biologie.

Počet hodin seminářů	Obecná biologie	Biologie bakterií	Biologie protist	Biologie hub	Biologie rostlin	Biologie živočichů	Biologie člověka	Biologie virů	Genetika a molekulární biologie	Ekologie
0	3	5	10	11	4	3	6	5	4	5
1	0	6	8	6	0	0	0	7	0	0
2	4	12	18	16	1	1	0	19	0	8
3	3	5	2	3	0	0	0	4	2	2
4	3	10	4	6	5	0	0	6	3	6
5	0	4	1	1	4	1	1	3	2	7
6	10	2	2	2	2	1	0	1	6	7
8	6	1	2	0	9	8	5	1	3	0
10	8	2	0	0	6	10	7	1	5	7
12	2	0	0	0	6	3	4	0	3	0
14	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0
15	1	0	0	1	2	1	0	0	2	1
16	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
20	2	0	0	0	0	9	8	0	9	1
21	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
25	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	1	0	0	0	3	3	4	0	3	5
33	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
40	0	0	0	0	2	0	5	0	0	0
46	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
60	0	0	0	0	0	2	3	0	2	0

5.1.2.4 Testování hypotéz a vztahů mezi proměnnými

U nezávisle proměnných „věk“ a „délka pedagogické praxe“ bylo testováno, zda se blíží normálnímu rozložení dvěma testy a to Kolmogorov-Smirnov a Shapiro-Wilk. Protože u obou proměnných vyšla hodnota $p < 0,05$, byly dále používány neparametrické testy, konkrétně Kruskal – Wallis ANOVA s následným vícečetným porovnáním, jak je zmíněno v kapitole 4.1. Byl zjišťován případný vztah mezi (považováno za nezávisle proměnné): faktem, zda vyučující považují hodinovou dotaci praktických cvičení za dostatečnou, typem vystudované fakulty (pedagogická, nebo přírodovědecká), konkrétní vystudovanou fakultou a univerzitou, pohlavím, délkou pedagogické praxe, věkem a důvody, které vyučující uváděli na podporu tvrzení, že praktická cvičení jsou důležitou součástí výuky biologie. Nebylo prokázáno, že by důvody vyučujících byly ovlivněny tím, jakých hodnot nabývaly výše uvedené proměnné ($p > 0,05$). Lze tedy udělat závěr, že všichni vyučující považují praktická cvičení za důležitou součást biologie a to z důvodů, které jsou sdílené mezi vyučujícími lišícími se věkem, délkou praxe, pohlavím a absolvovanou vysokou školou.

Dále byly testovány případné vztahy mezi následujícími proměnnými: nezávisle proměnné – věk, délka pedagogické praxe, typ vystudované fakulty (pedagogická nebo přírodovědecká), pohlaví, kombinace vystudovaných předmětů, kombinace vyučovaných předmětů; závisle proměnné – jednotlivé typy vyučovaných cvičení a jednotlivé důvody pro nevyučování praktických cvičení pro konkrétní tematické celky.

Jednotlivé typy vyučovaných praktických cvičení nebyly ovlivněny délkou praxe vyučujících ($p > 0,05$). Vystudovaný typ fakulty měl vliv na míru využívání modelů při praktické výuce molekulární biologie a genetiky, absolventi pedagogických fakult je využívali více než absolventi přírodovědeckých fakult ($p = 0,037$). Stejně tak absolventi pedagogických fakult více využívali pitev orgánů při praktické výuce biologie člověka ($p = 0,003$). Učitelé s délkou praxe mezi 10 a 19 lety více vyučovali praktická cvičení z fyziologie rostlin než vyučující s délkou praxe mezi šesti a devíti lety ($p = 0,025$). Pohlaví vyučujících mělo vliv na to, s jakou mírou využívali praktická cvičení zaměřená na stavbu těla při výuce biologie člověka. Více tato cvičení učili muži ($p = 0,0004$). Vystudovaná kombinace předmětů vyučujících ovlivnila typy cvičení vyučované v rámci celku biologie rostlin. Ti, kteří vystudovali biologii a zeměpis, častěji vyučovali praktická cvičení s pomocí textů, videí, popřípadě referátů ($p = 0,0005$). Kombinace vyučovaných předmětů měla vliv na typy praktických cvičení vyučovaných v rámci obecné biologie

(praktické cvičení zaměřené na fyziologická měření učili častěji učitelé, kteří vyučovali kombinaci předmětů „biologie a jiný předmět“, $p = 0,02$), biologie rostlin (při kombinaci s IVT vyučující spíše zařazovali texty a videa, $p = 0,03$), a biologie člověka (při vyučované kombinaci biologie a IVT nebo biologie a jiný předmět bylo pravděpodobnější, že vyučující zařadí praktické cvičení na stavbu těla, $p = 0,039$). Jak bylo zmíněno výše v kapitole 5.1.2, učitelé, kteří vyučovali IVT, vystudovali jiné předměty.

Důvody pro nevyučování praktických cvičení pro konkrétní tematické celky neměly vztah k typu vystudované fakulty, věku ani pohlaví ($p > 0,05$). Délka praxe měla vliv na to, zda vyučující uváděli důvod 1, tedy chybějící vybavení, pro praktická cvičení na téma biologie virů. Učitelé s praxí v rozmezích 0 – 5 let a 20 – 29 let tento důvod uváděli signifikantně méně než učitelé s délkou pedagogické praxe v rozmezích 6 – 9 let a 30 a více let ($p = 0,047$). Kombinace vystudovaných předmětů měla vliv na míru uvádění důvodu 6 „jiné“ pro téma ekologie. Vyučující s vystudovanou kombinací biologie a zeměpis důvod „jiné“ volili signifikantně méně často než vyučující s jinými kombinacemi vystudovaných předmětů ($p = 0,011$). Stejný vztah byl mezi důvodem „jiné“ pro tematický celek ekologie a vyučovanou kombinací předmětů biologie a zeměpis ($p = 0,021$). Učitelé, kteří vyučovali IVT v kombinaci s biologii (je ale zajímavé, že tuto kombinaci nevystudovali, viz výše), uváděli méně často než učitelé jiných kombinací předmětů důvod 1 „chybějící vybavení“ pro tematický celek molekulární biologie a genetiky ($p = 0,021$). O něco méně často tento důvod uváděli i vyučující s kombinací předmětů biologie a chemie, tento rozdíl ale nebyl signifikantní (Janštová, 2015b).

Shrnutí:

Bylo ukázáno, že genetiky a molekulární biologie, virologie a ekologie jsou nejméně zastoupené tematické celky ve výuce praktických cvičení. Jako nejčastější důvody nezařazení byly jmenovány nedostatek metodických materiálů v českém jazyce a nedostatečné vybavení škol.

5.2 Navržení a otestování úloh pro praktická cvičení

Jak bylo zmíněno v kapitole 4.2, byla připravena a pilotně otestována praktická laboratorní cvičení z molekulární biologie. Tato praktická cvičení se stala součástí nabídky středním

školám na internetovém portálu PřF UK Přírodovědci (Přírodovědci.cz nabídka služeb). Cvičení byla ohodnocena žáky i vyučujícími.

5.2.1 Hodnocení praktických cvičení z molekulární biologie žáky

K získání těchto výsledků byl použit Dotazník Ia (Příloha 3). Tato data byla publikována jako součást příspěvku vzniklého ve spolupráci s RNDr. Martinem Jáčem, Ph.D. (Janštová & Jáč, 2015). Reflektivní dotazníky byly vyhodnoceny od 466 žáků z 19 gymnázií a tří středních škol (obory zdravotnické lyceum, zdravotní asistent a veterinářství) z různých krajů ČR (143 chlapců, 320 děvčat, 3 respondenti neoznámili pohlaví). Většina žáků ($n = 255$) navštívila čtvrtý ročník, 200 žáků bylo ze třetího ročníku, 9 žáků z druhého ročníku a dva respondenti ročník studia neuvedli. Nejčastěji absolvovaným praktickým cvičením bylo PCR *ccr5* (Falteisek et al., 2013) ($n = 206$ žáků), následované cvičeními restrikce plazmidů (Falteisek a Janštová – nepubl.) ($n = 122$ žáků) a PCR Rh-faktor (Imperial & Boronat, 2005) ($n = 113$ žáků). Laboratorního cvičení zaměřeného na elektroforézu bílkovin (Janštová et al., 2014) se zúčastnilo 25 žáků. Na středních školách absolvovalo cvičení 284 žáků. Pro 82 z nich vedl laboratorní cvičení proškolený středoškolský učitel, zbylá cvičení vedl lektor z PřF UK ($n = 202$ žáků). Vysokoškolský lektor vedl i cvičení provedená na půdě PřF UK ($n = 182$ žáků). Všechna čtyři praktická cvičení z molekulární biologie byla na Likertově škále hodnocena v jednotlivých sledovaných parametrech vysoce pozitivně. Průměrné hodnoty hodnocení se pohybovaly v rozmezí 1 (zcela souhlasím) a 2 (spíše souhlasím)⁷, jak ukazuje Tabulka 19 a Graf 1.

Tabulka 19 Hodnocení navržených laboratorních cvičení z molekulární biologie žáky středních škol.

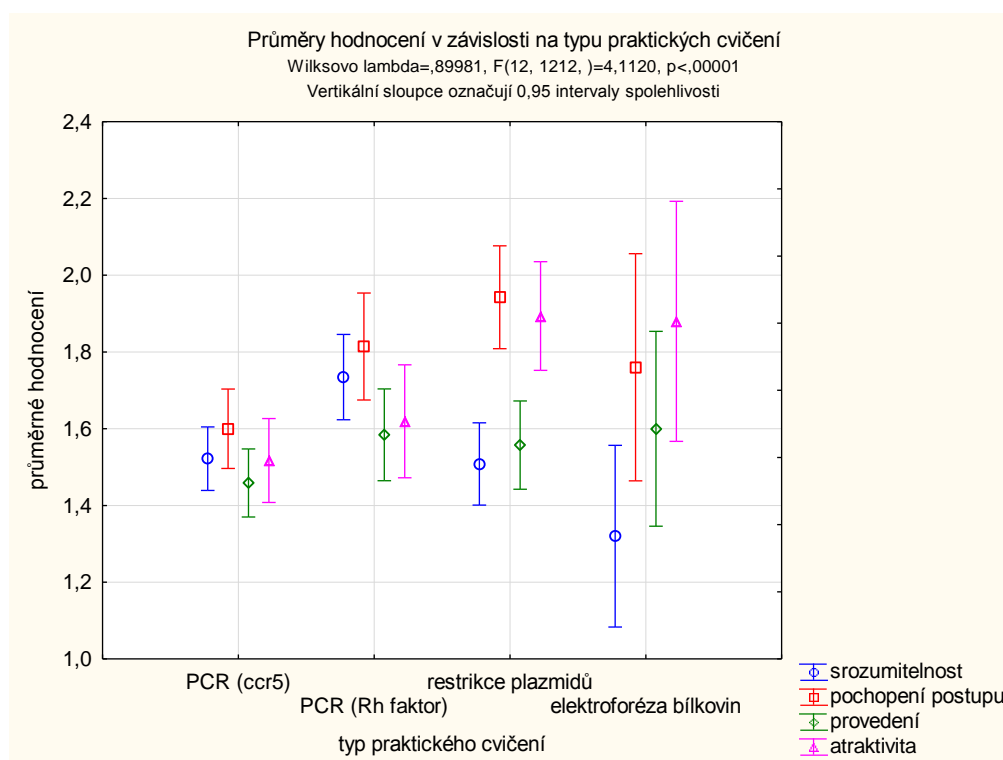
Laboratorní cvičení	Průměrné skóre hodnocení medián hodnocení			
	Atraktivita	Provedení	Pochopení	Srozumitelnost
PCR <i>ccr5</i>	1,52 1	1,46 1	1,60 1	1,52 1
PCR Rh-faktor	1,62 1	1,58 1	1,81 2	1,73 2
Restrikce plazmidů	1,89 2	1,56 1	1,94 2	1,51 1
Elektroforéza bílkovin	1,88 2	1,60 2	1,76 2	1,32 1

Hodnoty v tabulce udávají průměrné skóre hodnocení (první hodnota) a medián hodnocení (druhá hodnota).

V některých sledovaných parametrech byly u jednotlivých praktických cvičení zjištěny statisticky signifikantní rozdíly (Graf 1). Pochopení jednotlivých kroků pracovního

⁷ Škála obsahovala následující hodnoty: 1 zcela souhlasím, 2 spíše souhlasím, 3 neutrální postoj, 4 spíše nesouhlasím, 5 zcela nesouhlasím, viz Příloha 3.

postupu a atraktivita tématu byly žáky vnímány hůře u cvičení zaměřeného na restrikci plazmidů v porovnání se cvičením PCR *ccr5* (výsledek Tukeyova posthoc testu: $p = 0,0003$). V hodnocení celkového provedení cvičení (logická návaznost kroků) nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly. Srozumitelnost úvodního výkladu lektora byla signifikantně nižší u cvičení PCR Rh-faktor v porovnání se cvičeními PCR *ccr5* ($p = 0,01$) a elektroforéza bílkovin ($p = 0,008$).

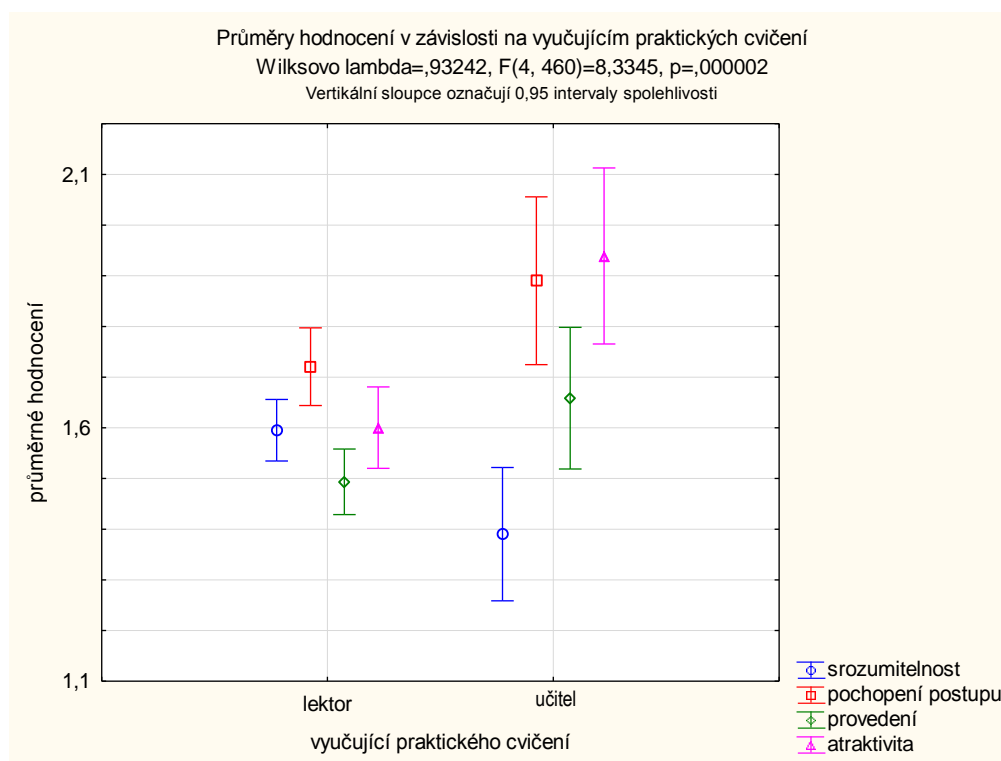


Graf 1 Průměrná hodnocení jednotlivých navržených praktických cvičení (jejich srozumitelnosti, celkového pochopení postupu, celkového provedení a atraktivitu tématu).

Čím více se průměry blíží hodnotě 1 (z pětibodové Likertovy škály), tím je hodnocení lepší. Signifikantně hůře než cvičení PCR (*ccr5*) bylo hodnoceno cvičení restrikce plazmidů z hlediska pochopení a atraktivitu. Srozumitelnost cvičení PCR (Rh-faktor) byla hodnocena signifikantně hůře než srozumitelnost cvičení PCR (*ccr5*) a elektroforéza bílkovin.

Hodnocení srozumitelnosti úvodního výkladu lektora se lišilo i mezi žáky třetího a čtvrtého ročníku ($p = 0,004$), přičemž nové teorii více rozuměli žáci čtvrtého ročníku. Ostatní hodnocené faktory se mezi ročníky statisticky významně nelišily (pochopení kroků laboratorního postupu: $p = 0,30$; celkové provedení praktických cvičení: $p = 0,93$; atraktivita tématu: $p = 0,76$).

V hodnocení praktických cvičení nebyl statisticky významný rozdíl mezi chlapci a děvčaty v žádném ze sledovaných parametrů ($p = 0,1$). Praktická cvičení byla hodnocena signifikantně rozdílně ve všech čtyřech faktorech v závislosti na místě provedení cvičení (střední škola versus PŘF UK). Pokud byla cvičení provedena na PŘF UK, byla hodnocena jako lépe srozumitelná (výsledek Tukeyova post-hoc testu: $p = 0,001$), žáci lépe chápali kroky laboratorního postupu ($p = 0,01$), lépe hodnotili celkové provedení cvičení ($p = 0,007$) a celkovou atraktivitu tématu ($p = 0,0004$). Průměrné hodnoty se pohybovaly v rozmezí 1 (zcela souhlasím) a 2 (částečně souhlasím). Osoba vyučujícího, tj. středoškolský učitel či vysokoškolský lektor, ovlivnila hodnocení některých aspektů vnímání praktického cvičení. Statisticky významný rozdíl nebyl zjištěn v míře pochopení kroků laboratorního postupu ani celkovém provedení praktického cvičení. Ve zbylých charakteristikách byly rozdíly signifikantní (Graf 2). Pokud vedl laboratorní cvičení středoškolský učitel, žáci lépe hodnotili srozumitelnost úvodního výkladu ($p = 0,004$). Naopak atraktivita cvičení byla hodnocena lépe pod vedením vysokoškolského lektora ($p = 0,0004$).



Graf 2 Průměrné hodnocení praktických cvičení v závislosti na vyučujícím.

Pokud byl vyučujícím středoškolský učitel, hodnotili žáci signifikantně lépe srozumitelnost, naopak pokud vedl cvičení lektor, byla signifikantně lépe hodnocena atraktivita tématu cvičení.

Zajímavým zjištěním je, že tři nejpřínosnější aspekty laboratorních cvičení žáci zároveň hodnotili jako nejzajímavější (sestupně: nové metody, vlastní výsledek cvičení, získání nových informací), stejně tak tři nejméně přínosné faktory byly zároveň vnímány jako nejméně zajímavé (sestupně: nic, časová náročnost cvičení, jiné odpovědi), jak ukazuje Tabulka 20. Žáci nejkladněji hodnotili možnost vyzkoušet si v praxi laboratorní metody, o kterých dosud slyšeli jen teoreticky. Většina respondentů neuvedla žádný negativní aspekt, nejčastěji byla záporně hodnocena časová náročnost cvičení (zhruba čtyři hodiny). Pokud byl výsledek cvičení zmíněn jako negativní aspekt, bylo to proto, že tito respondenti nemohli výsledek praktických cvičení jednoznačně vyhodnotit.

Tabulka 20 Hodnocení přínosných a zajímavých aspektů praktických cvičení.

Kategorie	Četnost nejpřínosnější	Četnost nejméně přínosné	Četnost nejzajímavější	Četnost nejméně zajímavé
(1) nové metody, nové přístroje, praktické vyzkoušení úlohy	153	25	214	27
(2) vlastní výsledek cvičení	119	15	113	8
(3) získání nových informací	116	31	49	43
(4) nic/chybějící odpověď	40	274	45	262
(5) časová náročnost cvičení	0	54	0	54
(6) vše/celé cvičení	22	1	24	0
(7) možnost uplatnit vlastní návrhy postupu	4	2	8	2
(8) složitost/náročnost cvičení	0	18	0	16
(9) jiné odpovědi	12	46	13	54

Četnosti odpovědí žáků na otázky, které aspekty praktických laboratorních cvičení považovali za nejvíce a nejméně přínosné, resp. nejvíce a nejméně zajímavé. Buňky tabulky obsahující tři nejčtenější kategorie pro každou otázku jsou podbarveny šedě.

V porovnání s běžnými praktickými cvičeními ve škole 421 žáků více bavilo molekulárně biologické cvičení. Většina uvedla, že hlavním důvodem byla možnost vyzkoušet si práci s vybavením, které ve škole nemají k dispozici. Méně často se vyskytly důvody jiný vyučující a prostředí vysoké školy. Zbytek žáků (n = 45) uvedl, že je absolvované praktické laboratorní cvičení bavilo srovnatelně se cvičeními ve škole. Žádného z žáků nebavilo toto cvičení méně než běžné cvičení ve škole.

5.2.2 Hodnocení praktických cvičení z molekulární biologie vyučujícími

Z dotazovaných učitelů (hodnocení pomocí Dotazníku IIb, Příloha 4) by pouze pět nezvládlo praktické cvičení vyučovat samostatně. Někteří z nich by to zvládli po zopakování. Všichni ostatní (n = 18 z celkem n = 23) by za předpokladu, že by měli potřebné vybavení, byli podle svých slov schopni praktické cvičení vést. To se reálně potvrdilo v případě dvou vyučujících, kteří si vybavení zapůjčili a cvičení pro své studenty sami učili, jak je zmíněno výše v kapitole 5.2.1. Tři učitelé komentovali, že by si před vedením praktického cvičení sami museli rozšířit znalosti. Všichni vyučující označili, že by praktické cvičení absolvovali se svými žáky znovu, což se i reálně dělo. Dvanáct učitelů uvedlo, že je podle nich molekulárně biologické praktické cvičení vhodné i pro běžnou třídu, někteří ostatně cvičení s běžnou třídou absolvovali. Podle deseti vyučujících je cvičení vhodné spíše pro žáky s hlubším zájmem o biologii, např. ty, kteří navštěvují výběrové semináře. Jeden respondent, který praktické cvičení absolvoval s vybranými žáky, na tuto otázku uvedl „nevím“. Jako důvody nevhodnosti pro výuku biologie v běžné třídě uváděli časovou a materiální náročnost, vysoký počet žáků ve třídě a hloubku učiva. Průměrné hodnoty hodnocení na Likertových škálách (1 zcela souhlasím, 2 spíše souhlasím, 3 neutrální postoj, 4 spíše nesouhlasím, 5 zcela nesouhlasím) uvádí Tabulka 21. Jak je vidět, všichni vyučující považovali praktická cvičení přínosná jak pro sebe (jeden učitel označil hodnotu 2, zbylí hodnotu 1), tak pro žáky (dva učitelé označili hodnotu 2, zbylí hodnotu 1). V hodnocení náročnosti cvičení pro žáky se již vyučující rozcházel, je ale možné shrnout, že s tvrzením, že praktické cvičení bylo pro žáky náročné po praktické stránce, spíše nesouhlasili a s tím, že cvičení bylo pro žáky náročné po teoretické stránce, částečně souhlasili.

Tabulka 21 Průměrné hodnoty a mediány hodnocení praktických cvičení učiteli na Likertových škálách.

Hodnocený výrok	Průměrná hodnota medián
Přínosnost pro učitele	1,04 1
Přínosnost pro žáky	1,07 1
Náročné pro žáky po praktické stránce	2,96 4
Náročné pro žáky po teoretické stránce	2,77 3

Slovní popis Likertovy škály: (1 zcela souhlasím, 2 spíše souhlasím, 3 neutrální postoj, 4 spíše nesouhlasím, 5 zcela nesouhlasím). Hodnoty modu, nejčastější hodnoty, byly shodné s hodnotami mediánu.

Cvičení byla použita v dalších fázích výzkumu, tedy měření případného vlivu na motivační skóre (dílčí cíl 3).

Shrnutí:

Bylo ukázáno, že typ praktického cvičení, místo provedení, i osoba vyučujícího měly vliv na hodnocení praktických cvičení žáky. Nejméně kladně z hlediska atraktivity a pochopení postupu bylo hodnoceno praktické cvičení, které vyžadovalo největší míru zapojení žáků ve fázi plánování pokusu. Cvičení vedená na univerzitní půdě byla hodnocena lépe než cvičení provedená na středních školách. Praktická cvičení vedená vysokoškolským lektorem byla hodnocena jako atraktivnější, ta vedená středoškolským učitelem jako srozumitelnější. Celkové hodnocení připravených praktických cvičení žáky i učiteli bylo kladné.

5.3 Vliv praktických cvičení a dalších proměnných na motivaci žáků

Vliv praktických cvičení popsaných v kapitole 4.2 a dalších proměnných na motivaci žáků (dílčí cíl 3) byl zjišťován dotazníkovým šetřením (Dotazník IIIa, IIIb; Příloha 5, resp. 6).

5.3.1 Charakteristika respondentů

Chlapci i děvčata byli zastoupeni v obou skupinách, ve skupině účastníci se praktického cvičení i ve skupině kontrolní (Tabulka 22). Dotazník neodevzdalo, nebo ho odevzdalo nekompletní tak, že byl vyřazen, 68 žáků z celkem 691, tedy 9,84%. Celkem bylo do výzkumu zahrnuto 623 žáků středních škol.

Tabulka 22 Rozložení respondentů podle pohlaví a příslušnosti ke skupinám (tj. skupina účastníci se praktického cvičení a skupina kontrolní).

Respondenti	Chlapci	Dívky	Celkem
Účastníci praktických cvičení	149	303	452
Kontrolní skupina	75	96	171
Celkem	224	399	623

Žáci obou skupin byli z různě velkých sídel České republiky (Tabulka 23). Někteří respondenti velikost sídla neuvedli. Ta nebyla doplňována, aby nedošlo ke zkreslení (např. kdyby byla škola i bydliště v různě velkém sídle).

Tabulka 23 Rozložení respondentů podle velikosti sídla a příslušnosti ke skupinám (tj. skupina účastníci se praktického cvičení a skupina kontrolní).

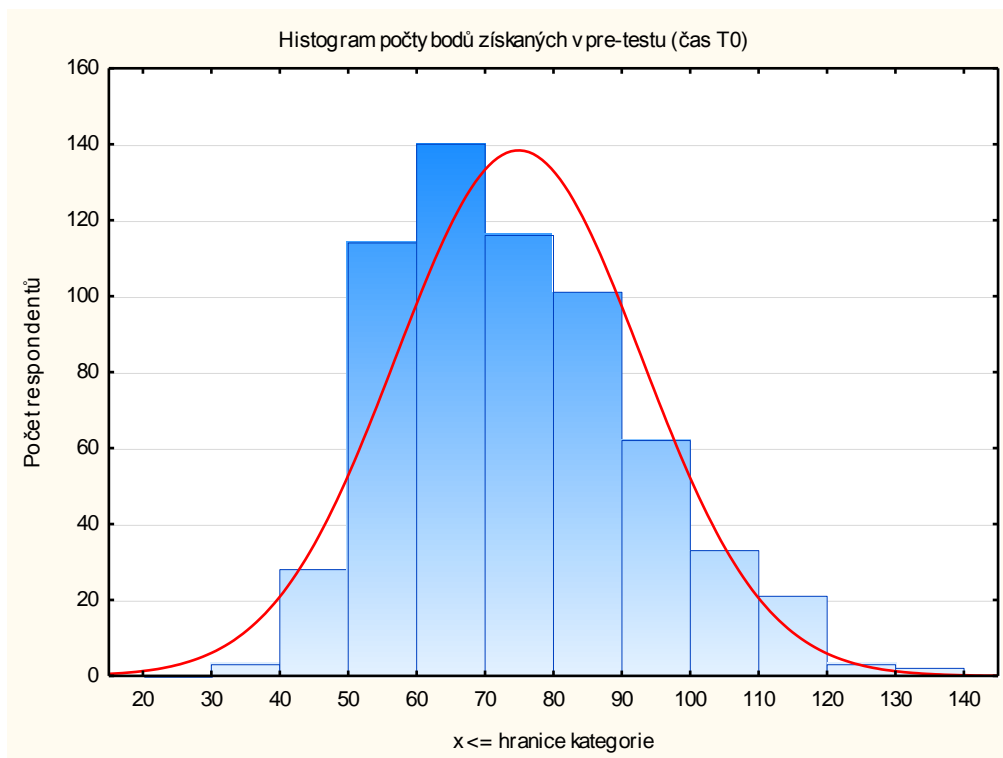
Respondenti	Velikost sídla (počet obyvatel)					Celkem
	do 1000	1000 až 9999	10000 až 99999	100000 až 999999	nad 1000000	
Účastníci praktických cvičení	70	113	149	17	99	448
Kontrolní skupina	24	37	42	7	61	171
Celkem	94	150	191	24	160	619

Rozložení žáků jednotlivých ročníků do skupiny „účastníci praktických cvičení“ a „kontrolní skupina“ nebylo zcela rovnoměrné. Žáci, kteří se zúčastnili praktických cvičení, byli spíše z vyšších ročníků, mezi žáky z kontrolní skupiny byly zastoupeny první tři ročníky (Tabulka 24). To bylo dáno pokročilým charakterem praktických laboratorních cvičení a větší ochotou vyučujících zahrnout do kontrolní skupiny spíše žáky nižších ročníků.

Tabulka 24 Rozložení respondentů podle ročníku studia na střední škole a příslušnosti ke skupinám praktická cvičení a kontrola.

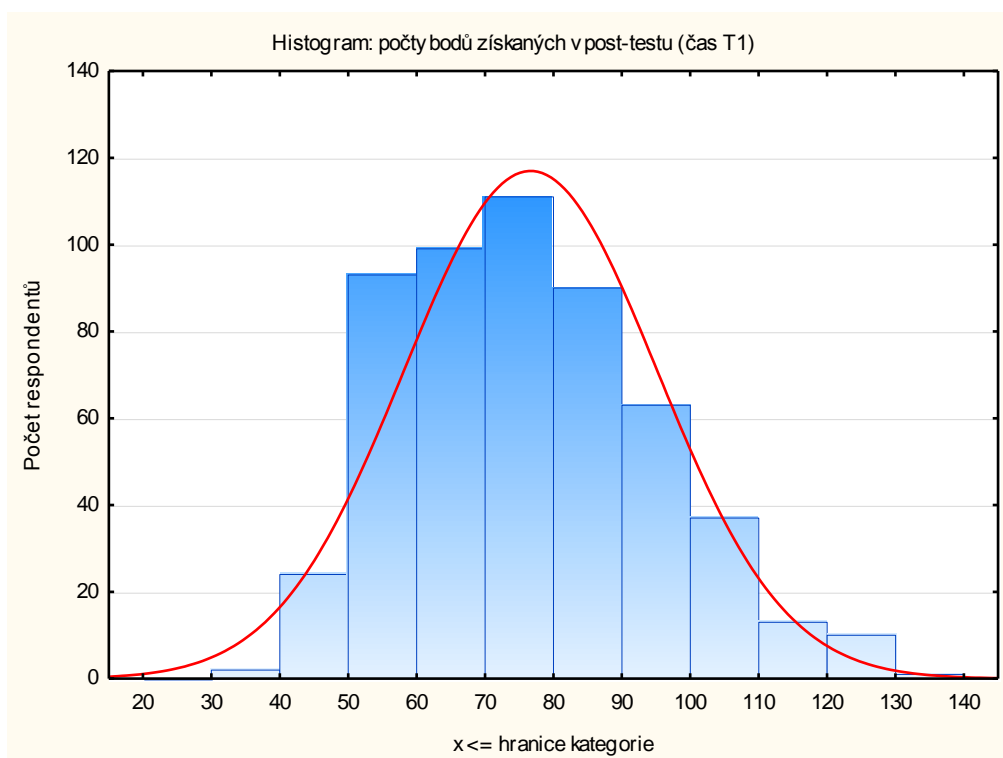
Respondenti	Ročník				Celkem
	1	2	3	4	
Účastníci praktických cvičení	8	9	217	218	452
Kontrolní skupina	54	74	43	0	171
Celkem	62	83	260	218	623

Rozložení počtu bodů, které žáci získali v pre-testu i post-testu se podle testů normality neblížilo normálnímu rozložení (Graf 3 a 4). Protože se ale jednalo o stovky respondentů, byly dále použity parametrické testy.



Graf 3 Počty bodů motivačního skóre, které žáci získali v pre-testu.

Červeně je znázorněna křivka normálního rozložení.



Graf 4 Počty bodů motivačního skóre, které žáci získali v post-testu.

Červeně je znázorněna křivka normálního rozložení.

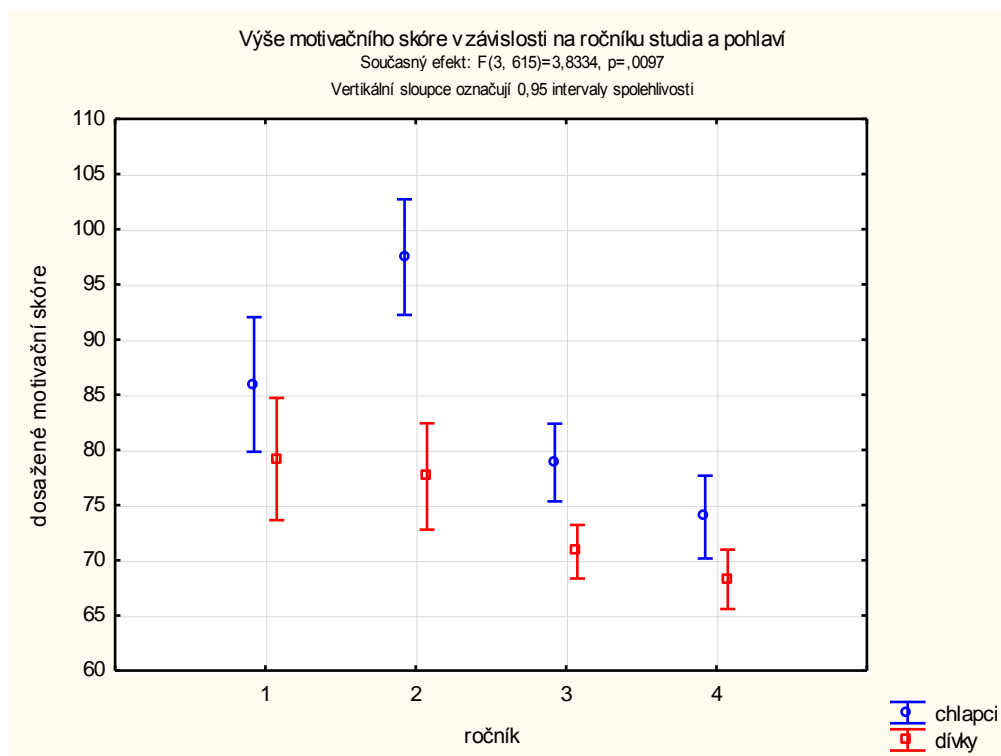
5.3.2 Testování hypotéz a vztahů mezi proměnnými

Analýza rozptylu s interakcemi ukázala, že dosažené motivační skóre v pre-testu signifikantně ovlivnil ročník střední školy, pohlaví žáků, i oba tyto faktory v interakci (Tabulka 25).

Tabulka 25 Výsledky ANOVA s interakcemi, F a p hodnoty.

Faktor hodnoty	F	p
Ročník	22,96	$< 1 \cdot 10^{-13}$
Pohlaví	39,74	$< 1 \cdot 10^{-9}$
Ročník*Pohlaví	3,83	0,0097

Chlapci byli motivovanější než dívky. Současně motivace žáků obecně s narůstajícím ročníkem studia (a tedy věkem) klesala. Výjimku tvořili chlapci druhých ročníků, kdy na daných školách byly (na základě analýzy jejich ŠVP) nejčastěji probíranými obory zoologie (10 škol) a biologie člověka (dvě školy). Tyto vztahy znázorňuje Graf 5. Konkrétní p hodnoty zjištěné Tukeyovým post hoc testem uvádí Tabulka 26, ze které je zřejmé, ve kterých kategoriích žáků byly rozdíly signifikantní. Motivační skóre chlapců druhého ročníku dosahovalo signifikantně vyšších hodnot než u všech ostatních žáků s výjimkou chlapců prvního ročníku. Nejnižších hodnot dosáhly dívky čtvrtého ročníku. Byly motivovány signifikantně méně často než všichni ostatní žáci s výjimkou dívek třetího ročníku a chlapců čtvrtého ročníku.



Graf 5 Výše dosaženého motivačního skóre v pre-testu v závislosti na ročníku studia a pohlaví.

Mezi některými kategoriemi byly signifikantní rozdíly (viz dále Tabulka 26). Pohlaví i ročník studia měly vliv na výši motivačního skóre.

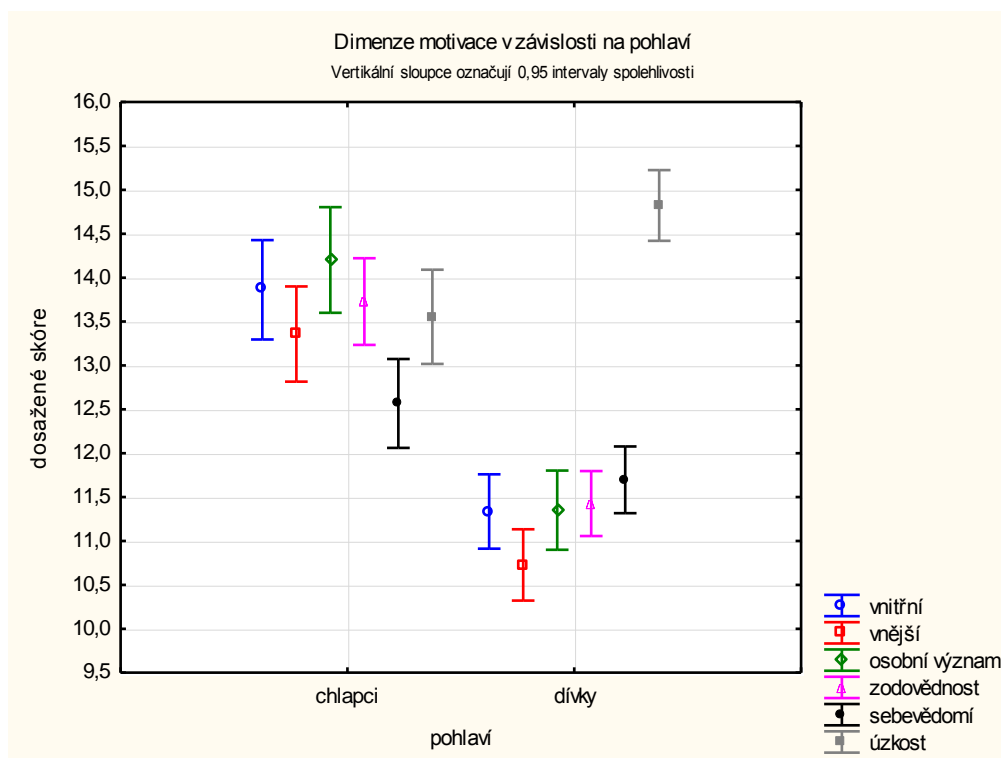
Tabulka 26 p hodnoty zjištěné Tukeyovým post hoc testem po analýze kovariance ANOVA s interakcemi.

Tukey post hoc test	Ročník	1	1	2	2	3	3	4	4
Ročník	Pohlaví	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky	Chlapci	Dívky
1	Chlapci		0,7445	0,0899	0,4112	0,5011	0,0002	0,0221	0,0001
1	Dívky	0,7445		0,0001	0,9999	1,0000	0,1142	0,7834	0,0118
2	Chlapci	0,0899	0,0001		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
2	Dívky	0,4112	0,9999	0,0001		0,9999	0,2018	0,9365	0,0200
3	Chlapci	0,5011	1,0000	0,0001	0,9999		0,0052	0,5615	0,0001
3	Dívky	0,0002	0,1142	0,0001	0,2018	0,0052		0,8669	0,8762
4	Chlapci	0,0221	0,7834	0,0001	0,9365	0,5615	0,8669		0,2398
4	Dívky	0,0001	0,0118	0,0001	0,0200	0,0001	0,8762	0,2398	

Červeně zvýrazněné p hodnoty ukazují, mezi kterými kategoriemi (podle ročníku a pohlaví žáků) se liší motivační skóre dosažené žáky v pre-testu v závislosti na pohlaví a ročníku studia.

Jak bylo uvedeno výše (kapitola 4.3), motivační skóre je v použitém dotazníku složené z šesti různých dimenzí. Ukázalo se, že se hodnoty skóre dosaženého ve všech dimenzích liší v závislosti na pohlaví ($F = 12,9; p < 1 \cdot 10^{-12}$), nejméně se chlapci a dívky lišili

v dimenzi sebevědomí. Zajímavé je, že chlapci dosahovali vyššího skóre než dívky ve všech dimenzích kromě jedné a to v dimenzi úzkosti. Ta je pro ně méně motivující než pro dívky (Graf 6).

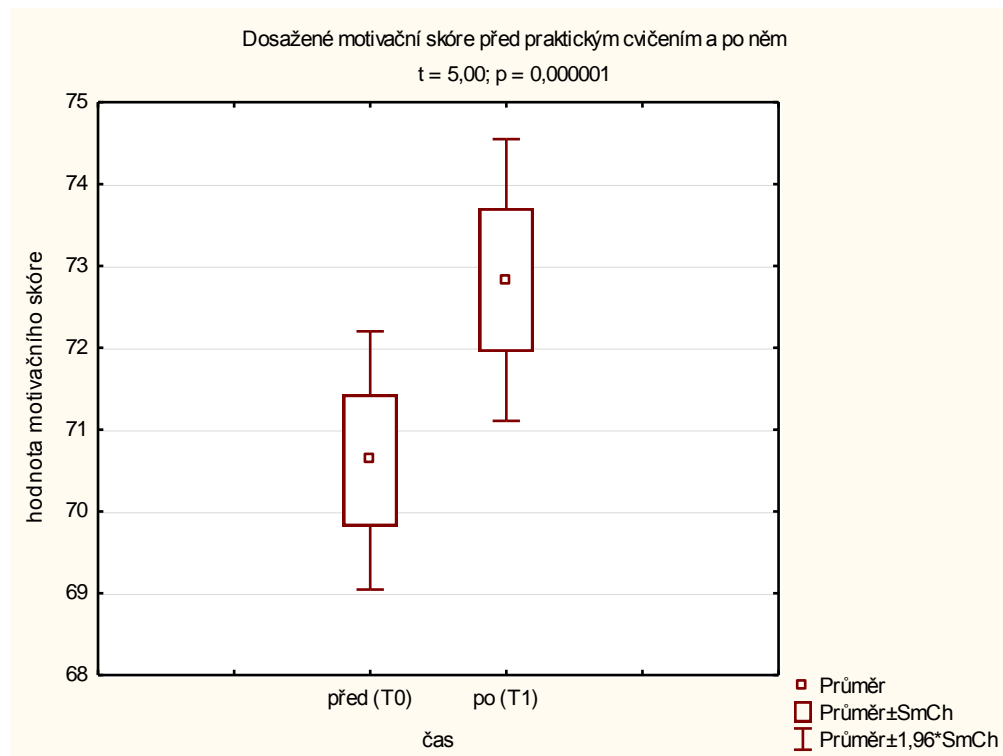


Graf 6 Dosažené počty bodů v jednotlivých dimenzích motivace v závislosti na pohlaví.

Jak je vidět, chlapci dosahovali vyšších skóre než dívky a to ve všech dimenzích, kromě úzkosti. Úzkost byla více motivující pro dívky. Rozdíly mezi pohlavími byly signifikantní ve všech dimenzích motivace.

Protože zastoupení žáků ze skupiny „účastníci praktických cvičení“ a „kontrolní skupina“ nebylo v jednotlivých ročnících studia rovnoměrné, a ročník studia měl vliv na výši motivačního skóre v pre-testu, lišily se tyto dvě skupiny výši počátečního motivačního skóre ($t = 9,22$; $p < 1 \cdot 10^{-15}$). Proto nebyly porovnávány hodnoty dosažené v pre-testech mezi skupinami, ale vždy byl testován rozdíl v hodnotách pre-testu a post-testu v rámci jednotlivých skupin.

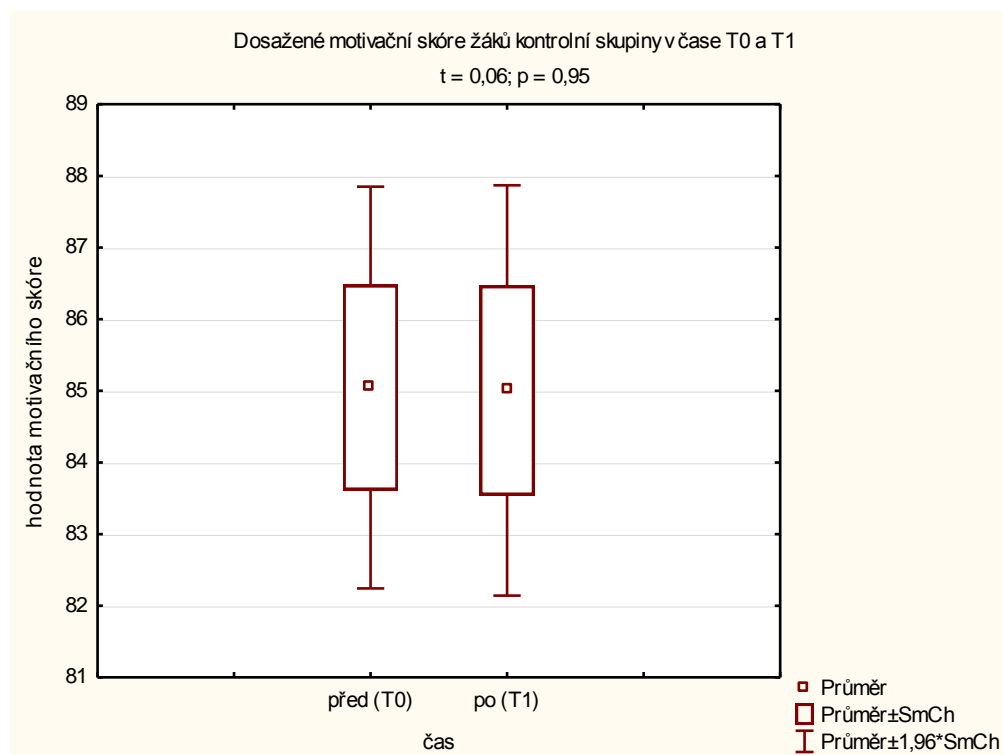
Žáci, kteří absolvovali praktické laboratorní cvičení, měli v čase T1 po šesti týdnech signifikantně vyšší motivační skóre než v čase T0 ($t = 5,00$; $p = 0,000001$), Graf 7.



Graf 7 Počty bodů motivačního skóre, které žáci získali před praktickým cvičením z molekulární biologie a šest týdnů po něm.

Je vidět, že hodnoty se signifikantně lišily. Motivace žáků byla vyšší po praktickém cvičení z molekulární biologie.

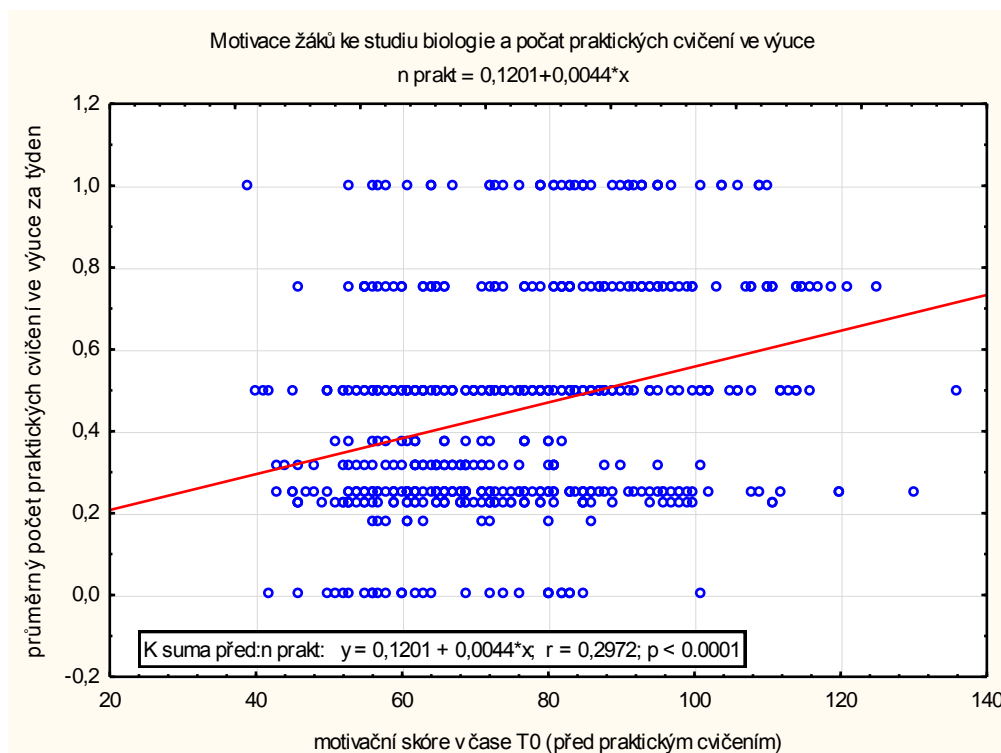
Naopak u žáků kontrolní skupiny, kteří praktické cvičení z molekulární biologie neabsolvovali, se hodnota dosaženého motivačního skóre v časech T0 a T1 nelišila ($t = 0,06$; $p = 0,95$), Graf 8.



Graf 8 Počty bodů motivačního skóre žáků kontrolní skupiny.

Hodnoty motivačního skóre v čase T0 a po šesti týdnech v čase T1 se nelišily.

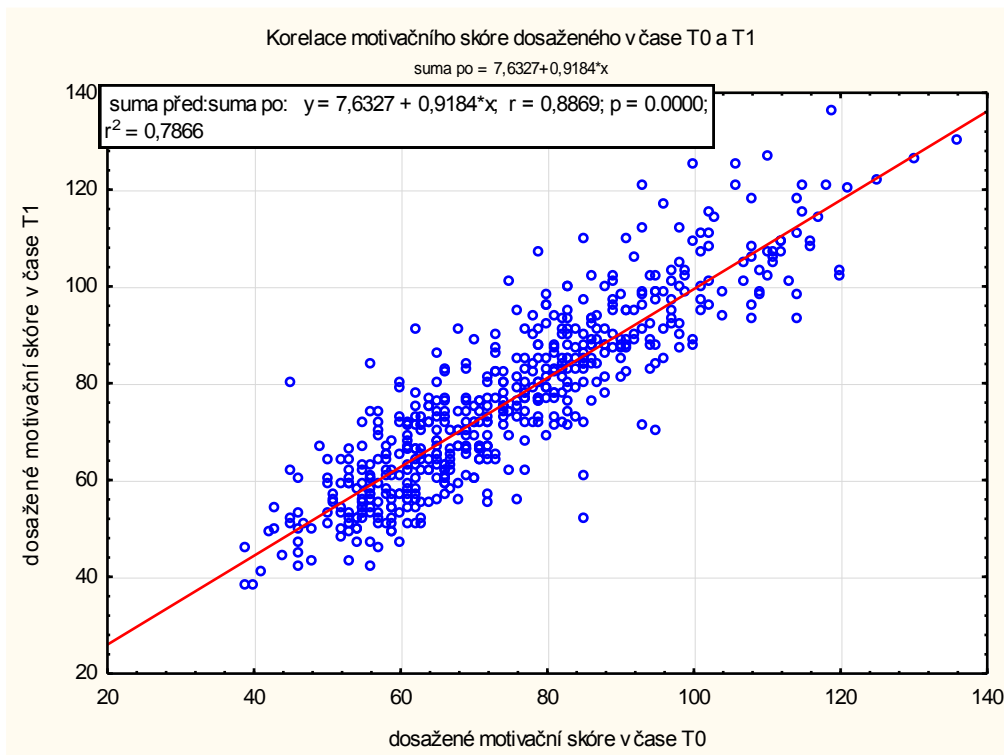
Čím více praktických cvičení žáci absolvovali v průběhu běžné výuky na střední škole se svým učitelem, tím bylo vyšší jejich motivační skóre. Korelace byla signifikantní ($p < 0,0001$), ale nízká ($r = 0.3$), Graf 9.



Graf 9 Motivační skóre žáků v závislosti na průměrném počtu praktických cvičení v rámci běžné výuky biologie za týden.

Ukázala se slabá, ale signifikantní závislost. Jak je vidět, na některých školách nejsou praktická cvičení součástí výuky, průměrný počet dosahuje hodnoty 0.

Hodnota motivačního skóre v čase T1 vykazovala vysokou signifikantní korelaci s hodnotami dosaženými v čase T0 ($p < 0,0001$; $r = 0,79$). Ti žáci, kteří měli vyšší skóre v pre-testech, měli i vyšší hodnoty v post-testech a naopak (Graf 10). Praktická cvičení z molekulární biologie tedy byla motivující pro všechny žáky srovnatelně. Nelze říci, že by měla lepší motivační potenciál pro již motivované nebo naopak nemotivované žáky.



Graf 10 Korelace dosažených motivačních skóre před a po praktickém cvičení.

Je zřejmá silná ($r = 0,8$) signifikantní ($p < 1 \cdot 10^{-3}$) závislost.

Další testované faktory, konkrétně místo ($F = 0,003$; $p = 0,96$), typ absolvovaného cvičení ($F = 0,68$; $p = 0,57$) a vyučující ($F = 0,035$; $p = 0,85$) neměly signifikantní vliv na míru změny motivace žáků po absolvování praktického cvičení z molekulární biologie.

Shrnutí:

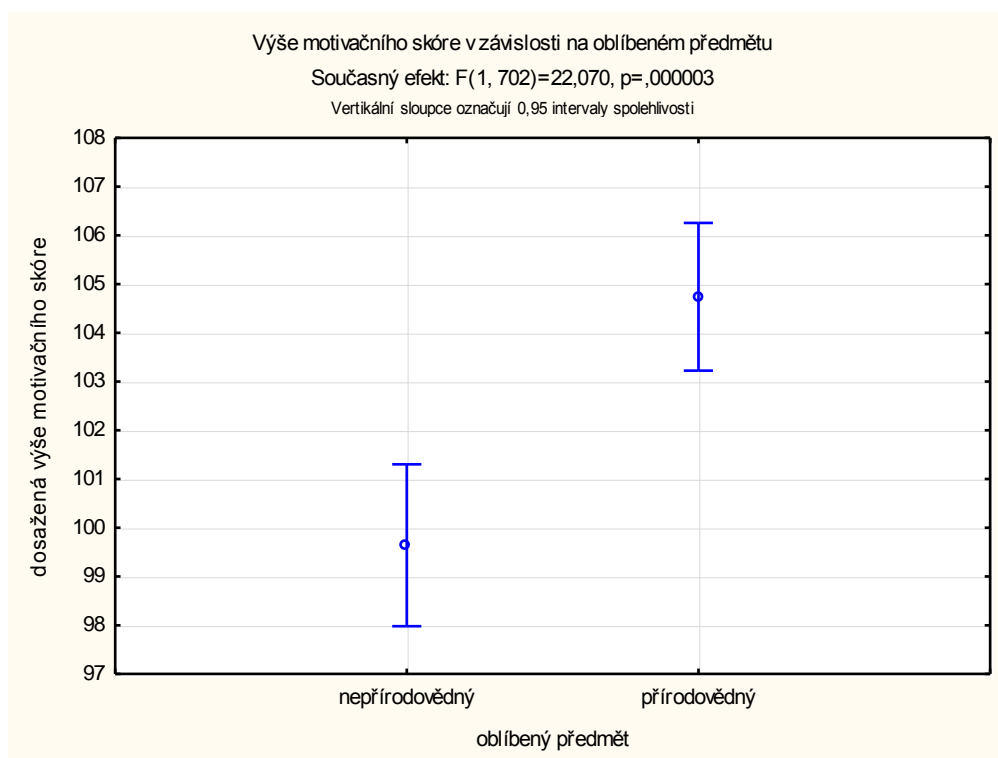
Výsledky prokázaly, že i jednodenní praktická cvičení z molekulární biologie mohou být pro žáky motivační. Žáci, kteří praktická cvičení absolvovali, byli poté ke studiu biologie motivováni více. Motivace žáků kontrolní skupiny se v čase nezměnila. Na dosaženou výši motivačního skóre mělo vliv i pohlaví žáků a ročník studia. Motivace byla vyšší u chlapců a mladších žáků. Výše motivačního skóre slabě ale signifikantně korelovala s počtem praktických cvičení, která žáci absolvují v běžné výuce biologie.

5.4 Porovnání motivačního skóre žáků v České republice a na Novém Zélandu

Nejdříve je popsán případný vliv proměnných na výši motivačního skóre žáků na Novém Zélandu (podkapitola 5.4.1). Vlastním porovnáním s žáky z České republiky se zabývá podkapitola 5.4.2.

5.4.1 Novozélandští žáci

Motivační skóre novozélandských žáků bylo signifikantně ovlivněné jejich oblíbeným předmětem. Pokud byl tento předmět přírodovědný, dosahovali žáci vyššího skóre (tím byla zároveň potvrzena validita dotazníku), $F = 22,07$; $p = 0,000003$ (Graf 11).

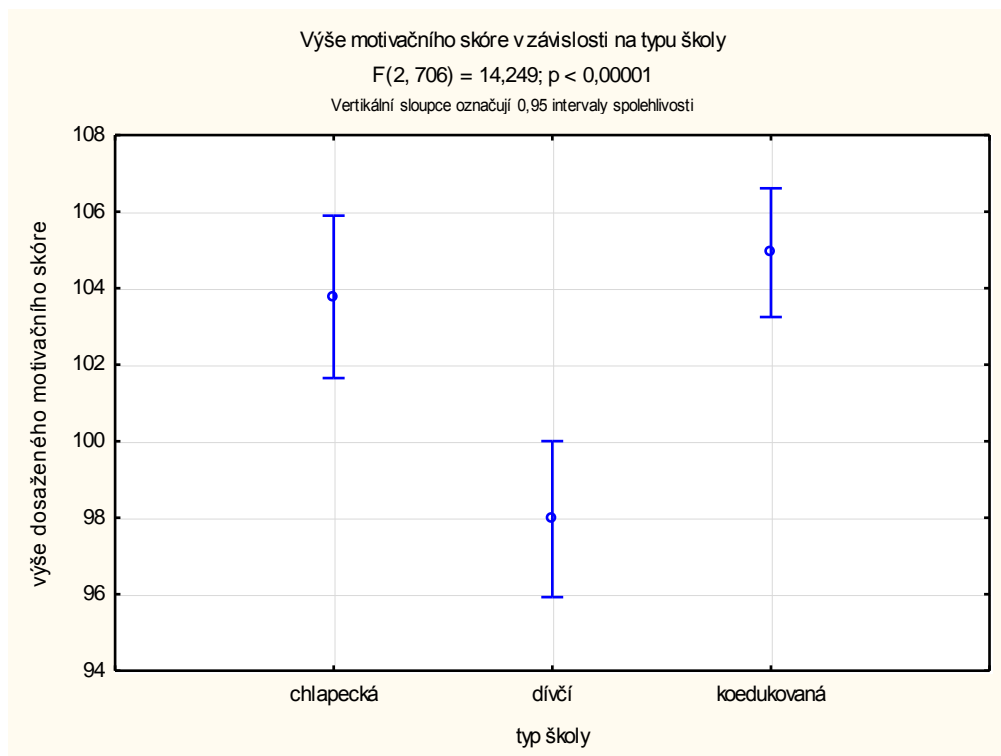


Graf 11 Výše motivačního skóre novozélandských žáků v závislosti na jejich oblíbeném předmětu.

Chlapci byli více motivovaní ke studiu biologie než dívky ($t = 4,13$; $p = 0,00004$). Rozložení chlapců a děvčat a respondentů, kteří uvedli jako oblíbený předmět přírodovědný a jiný bylo náhodné ($\chi^2 = 2,34$; počet stupňů volnosti 1, $p = 0,13$).

Ročník studia neměl vliv na výši motivačního skóre ($F = 0,50$; $p = 0,48$).

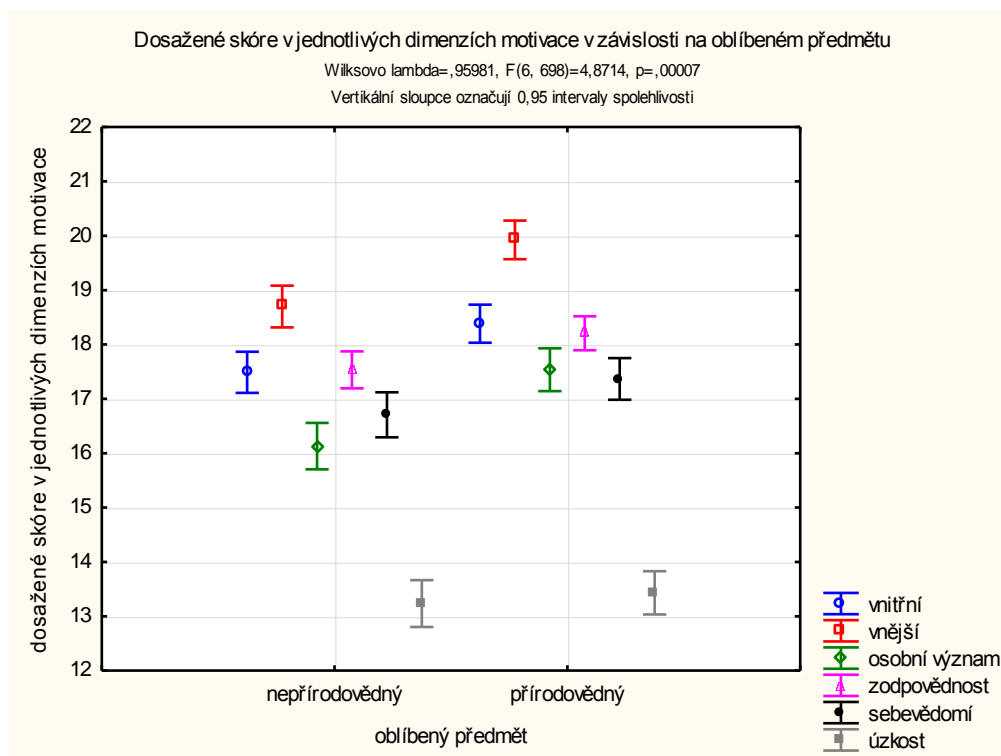
Motivační skóre novozélandských žáků byla porovnána i podle typu škol. Žákyně dívčích škol měly signifikantně nižší motivační skóre než žáci chlapeckých a smíšených škol ($F = 14,25$; $p = 0,000004$). Mezi žáky chlapeckých a smíšených škol nebyl v motivačním skóre rozdíl ($p = 0,89$), Graf 12. To odpovídá výše zmíněným rozdílům mezi motivací chlapců a dívek.



Graf 12 Porovnání výše motivačního skóre novozélandských žáků v závislosti na typu školy.

Žákyně dívčích škol dosahovaly signifikantně nižších hodnot než žáci chlapeckých a koedukovaných škol.

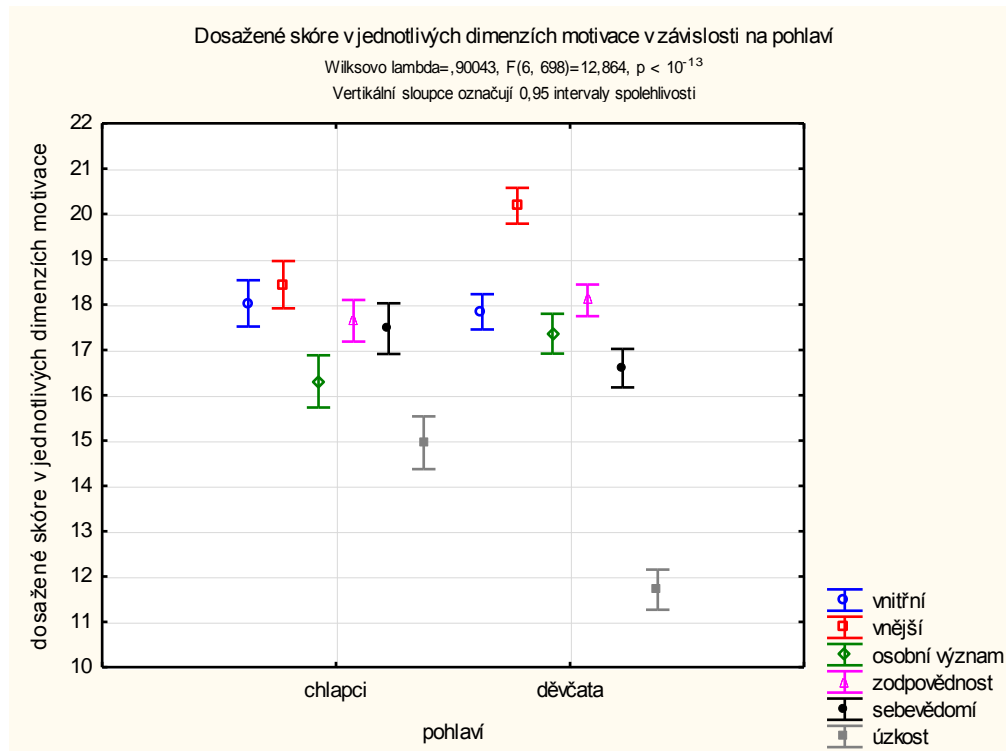
Testování případného vlivu proměnných na výši jednotlivých dimenzí motivačního skóre ukázalo, že jak oblíbený předmět, tak pohlaví ovlivňují dosažené počty bodů konkrétních dimenzí motivace. To, jaký měli žáci oblíbený předmět, ovlivňovalo všechny dimenze jejich motivace ke studiu biologie kromě úzkosti. V dimenzích vnitřní, vnější, osobní význam, zodpovědnost a sebevědomí dosahovali žáci, kteří měli oblíbený přírodovědný předmět, vyšších hodnot skóre ($F = 4,87$; $p \leq 0,003$), v hodnotách pro skóre úzkost se nelišili od žáků s jiným oblíbeným předmětem ($p = 0,11$), Graf 13.



Graf 13 Motivační skóre jednotlivých dimenzí motivace v závislosti na oblíbeném předmětu u žáků z Nového Zélandu.

Skóre v dimenzi úzkost se nelišilo. Ve všech ostatních dimenzích dosahovali žáci s oblíbeným přirodovědným předmětem vyšších hodnot než žáci s jiným oblíbeným předmětem.

Chlaci a dívky se signifikantně lišili v následujících dimenzích motivace: vnější, sebevědomí a úzkost, jak ukazuje Graf 14. Je zajímavé, že chlanci měli z těchto dimenzí vnější motivaci nižší než dívky ($F = 12,86$; $p = 0,00003$). Naopak v dimenzi sebevědomí i úzkost dosahovali vyšších skóre (pro obě $p = 0,000009$). Jak bylo zmíněno dříve, celková motivace chlapců ke studiu biologie byla vyšší než motivace děvčat.

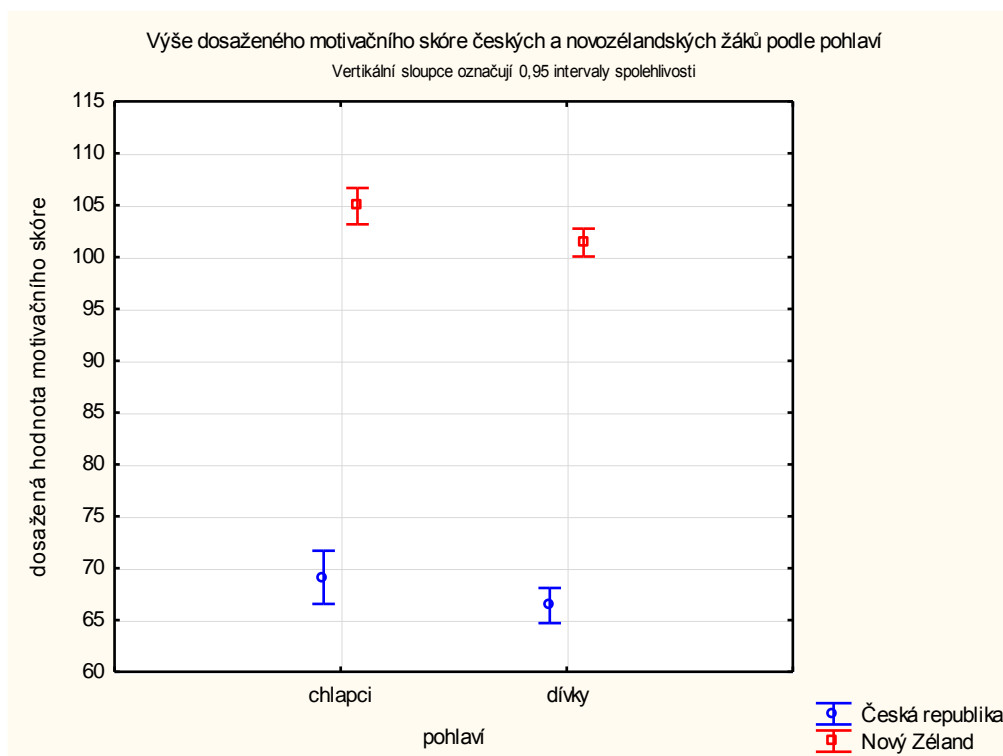


Graf 14 Dosažené motivační skóre novozélandských žáků v jednotlivých dimenzích motivace v závislosti na pohlaví.

Chlapci měli signifikantně nižší hodnoty vnější motivace než dívky. Vyšších hodnot chlapci dosahovali v dimenzích sebevědomí a úzkost.

5.4.2 Porovnání motivačních skóre českých a novozélandských žáků

Porovnání motivačních skóre středoškolských žáků České republiky a Nového Zélandu (Graf 15) ukázalo, že novozélandští respondenti byli více motivováni ke studiu biologie než čeští, což platilo pro chlapce i dívky ($F = 1349,93$; $p < 10^{-17}$).



Graf 15 Dosažená výše motivačního skóre českých a novozélandských chlapců a děvčat.

Žáci obou pohlaví dosahovali na Novém Zélandu signifikantně vyšších hodnot než v České republice.

Čeští a novozélandští žáci se lišili i ve skóre, kterého dosáhli ve všech jednotlivých dimenzích motivace ($F = 152,08$). Jak ukazuje Graf 16, žáci z Nového Zélandu měli signifikantně nižší skóre v dimenzi úzkost ($p = 0,00002$). Ve všech ostatních dimenzích dosáhli signifikantně vyšších skóre ($p = 0,000009$).



Graf 16 Dosažené hodnoty v jednotlivých dimenzích motivačního skóre žáků z České republiky a Nového Zélandu.

Novozélandští žáci dosáhli sifnifikantně vyšších hodnot skóre v dimenzích vnitřní motivace, vnější motivace, osobního významu, zodpovědnosti a sebevědomí. Sifnifikantně nižší hodnoty dosáhli žáci z Nového Zélandu v dimenzi úzkost.

Shrnutí:

Motivace novozélandských a českých žáků ke studiu biologie se sifnifikantně lišila. Žáci z Nového Zélandu byli ke studiu biologie více motivováni než žáci z České republiky.

5.5 Žáci se zájmem o biologii

Dotazník (Dotazník IV, Příloha 8) určený pro žáky se zájmem o biologii celkem v roce 2014 vyplnilo 154 středoškolských žáků (115 dívek a 38 chlapců, jeden respondent neuvedl pohlaví). Z tohoto počtu se Biologické olympiády nikdy nezúčastnilo 82 žáků, v alespoň jednom (tj. školním, okresním, krajském, či ústředním) kole BiO soutěžilo 72 žáků. V závislosti na věku, ve kterém se začali aktivně zajímat o živé organismy a přírodu, byli respondenti jednotlivých skupin rozděleni nerovnoměrně ($\chi^2 = 48,44$; počet stupňů volnosti 9; p < 0,00001), Tabulka 27. Řešitelé Ústředního kola BiO se začali aktivně zajímat o přírodu převážně již před začátkem povinné školní docházky, zatímco respondenti v ostatních sledovaných skupinách až během základní (1. a 2. stupeň),

případně střední školy (skupina „seminář“). Řešitelé Ústředního kola BiO také signifikantně častěji chodili do zájmových kroužků s přírodovědnou tematikou než žáci seminářů ($\chi^2 = 28,94$; počet stupňů volnosti 3; $p < 0,00001$).

Tabulka 27 Věk aktivního zájmu o živé organismy/přírodu v širším slova smyslu.

Respondenti	Před začátkem školní docházky	Na prvním stupni ZŠ	Na druhém stupni ZŠ	Na SŠ
BiO	25	3	5	1
SOČ	5	7	5	2
Arachne/Brontosaurus	5	6	11	6
Seminář	9	20	22	20

ZŠ - základní škola, druhý stupeň ZŠ zahrnuje i odpovídající třídy nižšího gymnázia, SŠ - střední škola, BiO – Biologická olympiáda, SOČ – středoškolská odborná činnost. Čísla vyjadřují počty respondentů.

Respondenty různých skupin přivedly k zájmu o přírodu různé podněty (Tabulka 28). Důležitou roli při iniciaci zájmu o přírodu hrály rodiny žáků a dále pobyt v přírodě (pobyt venku a procházky). Žáci z volitelných biologických seminářů však nejčastěji zmiňovali touhu po poznání.

Tabulka 28 Odpovědi na otázku „Co Vás přivedlo k zájmu o živé organismy/přírodu?“

Respondenti	Rodina	Učitel a škola	Pobyt venku a procházky	Touha po poznání	Zájem přišel sám	Nevím	Ostatní
BiO	10	3	8	1	2	3	7
SOČ	5	3	3	2	1	0	5
Arachne/Brontosaurus	7	6	7	2	1	1	2
Seminář	10	6	16	24	2	0	5

BiO – Biologická olympiáda, SOČ – středoškolská odborná činnost. Čísla vyjadřují počty respondentů.

Oblasti biologie, o které se respondenti různých skupin nejvíce zajímali, se mezi skupinami také různily. Mezi uvedenými odpověďmi byly zastoupeny všechny základní oblasti biologie kromě protozoologie a mykologie (Tabulka 29). Řešitele Ústředního kola BiO nejčastěji zajímala zoologie, která byla těsně následovaná buněčnou a molekulární biologii a botanikou. Mezi respondenty SOČ a Arachne/Brontosaurus byly počty žáků, kteří vybrali zoologii a buněčnou a molekulární biologii, stejné. Žáci seminářů se odlišovali. Nejčastěji volili biologii člověka a po ní zoologii. Naprostá většina žáků ze všech skupin plánovala studovat vysokou školu v České republice, žáci jednotlivých skupin se ale lišili zaměřením

vysokých škol, které by rádi studovali. Respondenti BiO plánovali studovat na přírodovědeckých fakultách, žáci seminářů převážně na lékařských fakultách, nebo svoji volbou ještě zvažovali. Srovnatelné počty respondentů skupin SOČ a Arachne/Brontosaurus chtěly studovat na přírodovědeckých i lékařských fakultách.

Tabulka 29 Oblasti biologie, o které se respondenti v dané době nejvíce zajímali.

Respondenti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BiO	9	1	3	0	6	10	2	1	1	1	0	0
SOČ	5	2	0	0	3	5	4	0	0	0	0	0
Arachne/Brontosaurus	6	1	2	1	3	6	4	0	2	0	1	0
Seminář	3	3	0	1	2	18	40	1	1	0	0	3

Číselné kódy: 1 = buněčná a molekulární biologie, 2 = genetika, 3 = evoluční biologie, 4 = mikrobiologie, 5 = botanika, 6 = zoologie, 7 = biologie člověka, 8 = fyziologie, 9 = ekologie, 10 = vše, 11 = nevím, 12 = ostatní. BiO – Biologická olympiáda, SOČ – středoškolská odborná činnost. Čísla vyjadřují počty respondentů.

Téměř všichni respondenti se nějakým způsobem věnovali biologii i ve svém volném čase. V tom, zda se biologii věnují či nevěnují, byl mezi skupinami rozdíl. Současně se lišilo i zastoupení způsobů, kterými se ve svém volném čase repondenti biologii věnují (Tabulka 30). Řešitelé Ústředního kola BiO a účastníci Celostátní přehlídky SOČ nejčastěji uváděli, že se biologii věnují komplexně, tedy jak studiem literatury, tak prakticky (např. v terénu). Žáci skupiny Arachne/Brontosaurus upřednostňovali praktický přístup, zatímco žáci seminářů přístup teoretický, tj. studium literatury.

Tabulka 30 Četnosti respondentů jednotlivých skupin, kteří se ve svém volném čase věnují biologii.

Respondenti	Studium biologie ve volném čase		Způsob věnování se biologii					
	Ano	Ne	žádný	1	2	3	4	5
BiO	33	1	1	7	7	14	1	2
SOČ	16	3	3	4	3	6	0	2
Arachne/Brontosaurus	23	5	5	3	19	1	0	0
Seminář	41	31	31	21	5	6	6	3

Číselné kódy: 1 = studium literatury, 2 = biologie v terénu či prakticky, 3 = komplexní přístup zahrnující oba předchozí, 4 = chovatelství, pěstitelství, 5 = ostatní. BiO – Biologická olympiáda, SOČ – středoškolská odborná činnost. Čísla vyjadřují počty respondentů.

S vyloučením respondentů skupiny „seminář“ byly porovnány počty žáků, kteří ve své škole navštěvovali volitelný seminář s biologickou tematikou. Četnosti se mezi těmito

skupinami statisticky lišily. Nejvíce žáků, kteří na seminář s biologickou tematikou ve škole chodili, bylo mezi řešiteli Ústředního kola BiO (Tabulka 31). Pokud byly sloučeny kategorie možných důvodů, proč respondenti seminář nenavštěvují, bylo možné otestovat náhodnost rozložení odpovědí. Rozložení odpovědí se mezi respondenty jednotlivých skupin signifikantně lišilo ($\chi^2 = 9,93$; počet stupňů volnosti 2; $p = 0,007$). Četnosti zastoupení kategorií povolání rodičů se mezi jednotlivými skupinami nelišily.

Tabulka 31 Počty respondentů jednotlivých skupin podle odpovědi na otázku zda navštěvují volitelný biologický seminář.

Respondenti	Ano	Ne, lze	Ne, plánuji	Nelze
BiO	30	2	0	2
SOČ	16	0	0	3
Arachne/Brontosaurus	13	0	8	3

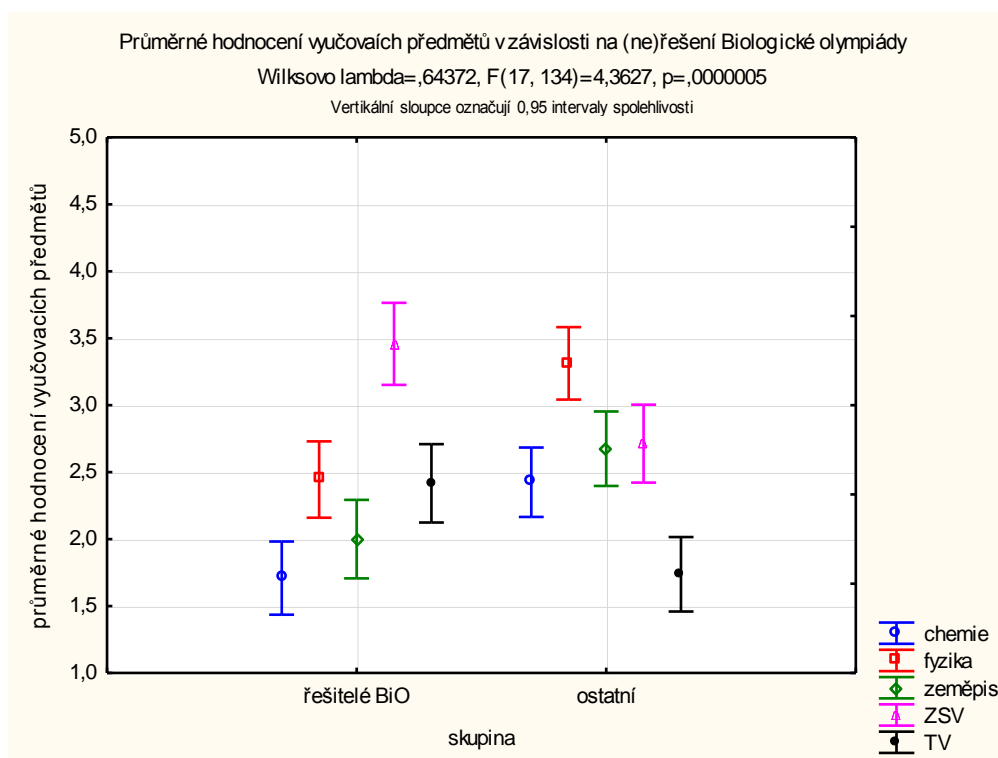
Ano – „biologický seminář navštěvuji“, *Ne, lze* – „ne, přestože je biologický seminář ve škole v nabídce volitelných předmětů“, *Ne, plánuji* – „ne, biologický seminář není v nabídce volitelných předmětů pro ročník, který letos navštěvuji – ale v budoucnu chci biologický seminář navštěvovat“, *Nelze* – „ne, biologický seminář nemáme ve škole v nabídce volitelných předmětů“. BiO – Biologická olympiáda, SOČ – středoškolská odborná činnost. Čísla vyjadřují počty respondentů.

Mezi chlapci a děvčaty se ukázaly rozdíly v hodnocení předmětů IVT a chemie ($p = 0,006$; resp. $p = 0,045$). Chlapci tyto předměty hodnotili lépe. Chlapci se také raději než dívky věnovali řešení problémových úkolů ($p = 0,01$). Dívky více bavil předmět základy společenských věd (ZSV) ($p = 0,02$) a lépe než chlapci hodnotily obory botanika ($p = 0,008$) a biologie člověka ($p = 0,01$). Mezi pohlavími nebyl zjištěn rozdíl v hodnocení činností ve výuce biologie.

Typ navštěvované školy (čtyřleté, šestileté a osmileté gymnázium, nebo střední odborná škola) neměl vliv na vztah žáků k různým činnostem v rámci výuky biologie ve školách, ani na oblíbenost různých vyučovacích předmětů a biologických oborů.

Účast v Biologické olympiádě (jakéhokoliv soutěžního kola), byla použita jako další nezávislá proměnná, která rozdělila respondenty do dvou skupin. Protože rozložení odpovědí se neblížilo normálnímu (Kolmogorov - Smirnovov test, $p < 0,003$), byl použit Kruskal - Wallis test s následným mnohonásobným porovnáváním. Ukázalo se, že tyto dvě skupiny respondentů se liší v řadě odpovědí. Účastníci BiO hodnotili lépe poznávání organismů v rámci výuky ($p < 0,00001$) a přednášku odborníka na škole ($p = 0,02$).

Naopak na hodiny biologie se více připravovali ti žáci, kteří v BiO nesoutěžili ($p = 0,007$). Pokud se žáci zúčastnili BiO, spíše odpovídali, že znalosti a dovednosti z biologie jim pomohou při studiu jimi zvoleného oboru, chtěli tedy biologii (přírodovědný obor) studovat ($p = 0,02$). Řešitelé BiO také měli při učení raději výzvy a nové věci ($p = 0,01$) a raději se věnovali řešení problémových úkolů, aby jim přišli tzv. „na kloub“ ($p = 0,0002$). Účastníci BiO raději než ostatní zájemci o biologii poznávali zákonitosti fungování přírody ($p = 0,0001$) a studium nových biologických témat vnímali jako příjemně strávený čas ($p = 0,02$). Z oborů biologie účastníci BiO lépe hodnotili biologii buňky a molekulární biologii ($p = 0,008$), genetiku ($p = 0,045$), botaniku ($p = 0,0002$), mykologii ($p = 0,04$) a ekologii ($p = 0,007$). Ti žáci, kteří se BiO nezúčastnili, hodnotili lépe biologii člověka ($p = 0,00002$). Co se týče vyučovacích předmětů, chemie ($p = 0,0004$), fyzika ($p = 0,0002$) a zeměpis ($p = 0,04$) byly lépe hodnoceny účastníky BiO. Ostatní zájemci o biologii naopak lépe hodnotili ZSV ($p = 0,0004$) a tělesnou výchovu ($p = 0,01$) (Graf 17).



Graf 17 Rozdíly v hodnocení vybraných předmětů.

Hodnotili řešitelé BiO a ostatní žáci, kteří se BiO nikdy nezúčastnili a přesto nějakým způsobem projevili zájem o biologii. Celkem bylo hodnoceno všech 14 základních vyučovacích předmětů. Zobrazeny jsou ty předměty, v jejichž hodnocení byly signifikantní rozdíly. ZSV – základy společenských věd, TV – tělesná výchova.

Jak bylo zmíněno v kapitole 4.5, zájemci o biologii byli ze čtyř různých skupin. I mezi těmito skupinami byly zjištěny signifikantní rozdíly v odpovědích na některé otázky. Řešitelé národních kol BiO a SOČ hodnotili buněčnou a molekulární biologii lépe než účastníci biologicky zaměřeného semináře ($p = 0,04$; resp. $0,01$). Obdobně lépe hodnotili botaniku ($p = 0,00005$; resp. $0,0001$). Účastníci Ústředního kola BiO také lépe hodnotili ekologii než žáci biologicky zaměřeného semináře ($p = 0,02$). Naopak biologie člověka byla účastníky Ústředního kola BiO hodnocena signifikantně hůře v porovnání s žáky ze všech ostatních skupin ($p = 0,0001$). Hodnocení činností, které probíhají v rámci výuky biologie va škole, bylo také rozdílné. Účastníci Ústředního kola BiO hodnotili praktická cvičení signifikantně hůře než účastníci volnočasových biologických aktivit (skupina Arachne/Brontosaurus) ($p = 0,001$). Žáci obou těchto skupin naopak v porovnání s žáky seminářů lépe hodnotili poznávání organismů ($p = 0,0001$). Zařazení projektů do výuky biologie hodnotili lépe účastníci letního biologického soustředění Arachne nebo akcí hnutí Brontosaurus než žáci seminářů ($p = 0,01$). Přírodovědné předměty byly hodnoceny signifikantně hůře žáky semináře než účastníky Ústředního kola BiO (chemie $p = 0,01$; fyzika $p = 0,0004$), Celostátní přehlídky SOČ (chemie $p = 0,03$; fyzika $p = 0,01$) a žáky skupiny Arachne/Brontosaurus (fyzika $p = 0,00007$). Naopak předměty ZSV a TV byly lépe hodnoceny žáky semináře než účastníky Ústředního kola BiO (ZSV $p = 0,03$; TV $p = 0,02$).

Účastníci Celostátní přehlídky SOČ na rozdíl od řešitelů Ústředního kola BiO souhlasili s tím, že učitel biologie na střední škole výrazně podnítl jejich zájem o přírodu a její studium ($p = 0,03$), že vynikající znalosti a dovednosti z biologie jim mohou v budoucnosti výrazně pomoci k získání vysokého společenského postavení ($p = 0,04$), že rádi poznávají zákonitost fungování přírody ($p = 0,005$) a že se na hodiny biologie připravují důkladněji než na hodiny jiných předmětů ($p = 0,009$). Důkladněji než účastníci Ústředního kola BiO se na hodiny biologie připravovali i účastníci biologicky zaměřeného semináře ($p = 0,00002$). Žáci obou skupin národních kol SOČ i BiO mají při učení raději nové věci a výzvy než žáci biologicky zaměřených seminářů (SOČ $p = 0,01$; BiO $p = 0,004$) a raději se věnují řešení problémových úkolů, aby jim přišli tzv. „na kloub“ (SOČ $p = 0,002$; BiO $p = 0,00002$). Pro účastníky Ústředního kola BiO je studium nových biologických témat příjemněji strávený čas než pro žáky biologicky zaměřených seminářů ($p = 0,002$). Do školy oproti tomu raději chodí účastníci národní přehlídky SOČ než žáci biologicky zaměřených seminářů ($p = 0,003$).

Ukázalo se tedy, že žáci, kteří se ve svém volném čase zajímají o biologii v rámci řešení BiO, SOČ, účastí na seminářích s biologickou tematikou (v rámci výuky) a na odborných soustředěních, tvoří svébytné skupiny (Janštová et al., 2015).

Shrnutí:

K zájmu o přírodu přivedli žáky často rodinní příslušníci v předškolním věku. U některých je ale významná i role učitele ve školním věku. Řešitelé Biologické olympiády tvoří, v řadě charakteristik, svébytnou skupinu. Výsledky ukázaly, že například lépe hodnotí zbylé přírodovědné předměty i méně oblíbené obory biologie.

6 Diskuze

Diskuze je stejně jako předchozí kapitoly členěna podle jednotlivých dílčích cílů.

6.1 Dílčí cíl 1. Zastoupení jednotlivých oblastí biologie v praktické výuce

Zastoupení jednotlivých oblastí biologie v praktické výuce na gymnáziích bylo zkoumáno dotazníkových šetřeními. Učitelé biologie byli osloveni prostřednictvím on-line dotazníku. Návratnost byla tedy relativně nízká, možné důvody shrnují např. Gavora, Koldeová, Dvorská, Pekárová, & Moravčík (2009). Jako pravděpodobný důvod se jeví přílišná délka dotazníku. Pro zajištění vyšší návratnosti by bylo možné oslovit např. vyučující, kteří dlouhodoběji spolupracují s fakultami vzdělávajícími učitele v rámci pedagogických praxí posluchačů. Popřípadě by bylo po zvážení možné některé otázky vypustit.

Podle předpokladu (viz kap. 2) se ukázalo, že zastoupení jednotlivých tematických celků v praktické výuce biologie na gymnáziích není rovnoměrné. Nejméně byly zastoupeny molekulární biologie a genetika spolu s virologií. Vzhledem k proveditelnosti a náročnosti cvičení z daných oborů není tento stav překvapivý. Nicméně rozšířenou a vhodnou alternativou k molekulárně biologickým laboratorním cvičením, pro které je nutné pokročilé vybavení, mohou být i cvičení s využitím počítačů (viz kapitola 1.4.3 bioinformatika, např. Wood & Gebhardt, 2013). I když pro cvičení z bioinformatiky existuje řada často cizojazyčných námětů (Gallagher et al., 2011; Lewitter & Bourne, 2011; Offner & Pohlman, 2010; Ondřej & Dvořák, 2012; Wood & Gebhardt, 2013), právě nedostatek snadno dostupných (tj. také česky psaných) metodických materiálů k výuce bioinformatiky uváděli učitelé jako jednu z příčin, proč takto zaměřená praktická cvičení nevyučují ani v rámci volitelných seminářů (Janštová & Jáč, 2015). V souvislosti s tím byl dále podrobně rozpracován námět na bioinformatické cvičení, který je dále zmíněn v kapitole 6.8 Doporučení pro praxi. Je nicméně potěšující, že pokud byl na gymnáziích v ČR nabídnut seminář, jehož součástí bylo téma molekulární biologie a genetika, byl o něj mezi žáky značný zájem. Jako hlavní důvody, které vedly k zavedení specializovaného semináře ve škole, uváděli učitelé nejčastěji nedostatek času na výuku molekulární biologie a genetiky v rámci běžné výuky biologie a dále pak důležitost oboru pro

pochopení základních biologických zákonitostí a zájem žáků o obor (Janštová & Jáč, 2015).

Jako nejčastější důvody pro nevyučování praktických cvičení uváděli vyučující v rámci předložené práce „chybějící návody“ (metodické materiály v češtině) a „chybějící vybavení“. Učitelé, kteří vyučovali biologii v kombinaci s IVT, uváděli signifikantně méně často důvod „chybějící vybavení“ pro tematický celek molekulární biologie a genetika. Je tedy možné, že jsou schopni propojit výuku biologie a IVT například využitím bioinformatiky. To by byl jeden z vhodných příkladů mezioborových vztahů. Obdobně vyučující předmětů biologie a chemie uváděli pro tematický celek molekulární biologie a genetika méně často důvod „chybějící vybavení“, i když tento rozdíl nebyl signifikantní. Chemie také nabízí v kombinaci s biologií velký prostor pro mezioborovou výuku. Je tedy možné, že toho využívají vyučující při výuce praktických cvičení z molekulární biologie a genetiky. Jako příklad může posloužit izolace DNA z různých typů tkání (Hearn & Arblaster, 2010) či pletiv.

Překvapujícím zjištěním bylo relativně malé zastoupení praktické výuky pro tematické celky biologie člověka a zoologie. To si vysvětluji tím, že typicky je každému z těchto celků věnován celý školní rok. I když v jeho průběhu žáci absolvují vyšší počet praktických cvičení v absolutních číslech, relativní počet (vztažený ke „klasickým“ hodinám) vyšel nízký právě z důvodu vysokého počtu „klasických“ hodin. Celý školní rok bývá věnován i výuce botaniky. U tohoto celku je ale častěji než u předchozích využíváno mikroskopování, tedy nejčastějšího typu praktického cvičení. Jako tematický celek s nejvyšším zastoupením praktické výuky vyšla biologie protist. To je možné vysvětlit nízkým absolutním počtem „klasických“ hodin v kombinaci s faktem, že nejčastěji zastoupeným typem praktického cvičení je mikroskopování nativních preparátů. Tento typ cvičení se v daném tematickém celku přímo nabízí a je hojně využíváný.

6.2 Dílčí cíl 2. Navržení a otestování úloh pro praktická cvičení

Navržená praktická cvičení byla hodnocena vyučujícími i žáky (kapitola 5.2). V případě žáků se ukázalo, že na hodnocení mělo vliv, zda praktické cvičení vedl středoškolský učitel, nebo vysokoškolský lektor. Uvedení do tématu bylo v případě cvičení vedených učitelem hodnoceno jako srozumitelnější (Janštová & Jáč, 2015). To bylo pravděpodobně

dáno také tím, že učitel přesně věděl, kde navázat na znalosti žáků a jak nové informace zasadit do kontextu. Atraktivita cvičení byla naopak hodnocena lépe pod vedením vysokoškolského lektora (Janštová & Jáč, 2015). Jiný vyučující tedy na žáky působil v tomto ohledu kladně. Jak poukázali další autoři (Lellouch & Jasmin, 2009; Pavesi et al., 2008), propojení středoškolské výuky (žáků i jejich učitelů) a studentů i vyučujících vysokých škol má kladný vliv i na celkovou efektivitu výuky. Další faktor, který mohl žákovské hodnocení v závislosti na osobě vedoucího praktického cvičení ovlivnit, je, že středoškolští učitelé nevedli všechny typy laboratorních cvičení. Z důvodu omezených možností provedení všech praktických cvičení pod vedením učitelů, vyučovali středoškolští učitelé pouze restrikci plazmidů a elektroforézu bílkovin. Přitom právě v případě restrikce plazmidů byla atraktivita cvičení hodnocena jako nejnižší (i když stále kladná, viz dále).

Také místo provedení (střední škola versus PřF UK v Praze) mělo vliv na žákovské hodnocení. Cvičení provedená na půdě PřF UK byla lépe hodnocena ve všech čtyřech aspektech (srozumitelnost, pochopení kroků laboratorního postupu, celkové provedení cvičení a celková atraktivita tématu). Tento výsledek je možné vysvětlit tím, že na žáky pozitivně působilo vysokoškolské prostředí a v důsledku toho cvičení více „prožívali“ (Janštová & Jáč, 2015). To, že jiné prostředí může mít vliv na rozvoj afektivní oblasti, ukázali různí autoři na příkladu exkurzí (Prokop, Tuncer, & Kvasnicak, 2007; Sellmann & Bogner, 2012; Zoldosova & Prokop, 2006).

Žáci třetího a čtvrtého ročníku se lišili v hodnocení srozumitelnosti úvodního výkladu lektora. Nové teorii více rozuměli žáci čtvrtého ročníku. To může být způsobeno faktem, že cvičení PCR Rh-faktor nejvíce absolvovali žáci třetího ročníku pod vedením vysokoškolského lektora. U tohoto cvičení byla srozumitelnost hodnocena hůře než u cvičení PCR *crr5* a elektroforéza bílkovin. Daní žáci třetího ročníku se v běžné výuce ještě nesetkali se základy molekulární biologie a genetiky ani s problematikou krevních skupin v rámci biologie člověka. Tato skutečnost mohla ovlivnit i horší hodnocení srozumitelnosti úvodního výkladu u cvičení vedených vysokoškolským lektorem (viz výše). Zde se nabízí doporučení, aby molekulárně biologická laboratorní cvičení absolvovali žáci až po teoretickém úvodu ve výuce biologie (Janštová & Jáč, 2015). Kantrowitz (2014) naopak doporučuje při úvodu do nové problematiky zařadit teoretický úvod až za praktickou zkušenost. Je otázka, jak je tato posloupnost univerzální, zda se nehodí pouze pro méně abstraktní témata, než je molekulární biologie. Dalším problémem

při výuce molekulární biologie se ukázala být izolovanost jednotlivých období, kdy se s tímto tématem žáci setkávají (Janštová & Jáč, 2015; Lewis & Wood-Robinson, 2000; Lewis et al., 2000a).

Čtyři provedená molekulárně biologická cvičení se lišila v hodnocení některých aspektů. Pochopení jednotlivých kroků pracovního postupu a celková atraktivita tématu byly nejhůře (i když stále kladně) hodnoceny u cvičení restrikce plazmidů v porovnání se cvičením PCR ccr5. Při cvičení restrikce plazmidů žáci navrhovali a dále zkoušeli vlastní postup (kombinaci restrikčních endonukleáz). Na vhodné volbě závisela úspěšnost při řešení zadané otázky. Cvičení tak bylo možné charakterizovat jako strukturované bádání (Banchi & Bell, 2008). Řada prací poukazuje na vhodnost toho dát žákům při výuce možnost volby (Franke & Bogner, 2013) a obecně vhodnost postupování podle zásad BOV (Costenson & Lawson, 1986; Germann et al., 1996; Ornstein, 2006; Papáček, 2010a; Tamir et al., 1998). Nicméně je možné, že se pozitivní vliv projeví až po nějaké době, kdy si žáci na daný přístup zvyknou. V krátkodobém horizontu naopak mohou žáci, kteří absolvují BOV, hodnotit své laboratorní schopnosti hůře než žáci bez BOV (Gormally et al., 2009). Další studie poukazují i na negativní korelaci BOV a dosažených výsledků žáků měřených ve výzkumu PISA, který by se měl zaměřovat i na dovednosti a řešení problémových úloh (Areepattamannil et al., 2011; Lavonen & Laaksonen, 2009). Případně někteří autoři mezi BOV a dosaženými výsledky nenašli vztah (Tretter & Jones, 2003). Na řadě škol často při praktických cvičeních žáci postupují přesně podle návodů, které nevyžadují kritické hodnocení (Hofstein & Lunetta, 2003; Staer et al., 1998). Bohužel není důvod se domnívat, že by to v České republice bylo jinak. Je tedy možné, že vyšší požadavky na návrh vlastního řešení úlohy (výběr restrikčních enzymů) negativně ovlivnily bezprostřední hodnocení laboratorních cvičení. Pokud nejsou žáci zvyklí na to, že by měli navrhovat vlastní řešení, může takový požadavek být příliš obtížný či matoucí. Na vhodnost praktického cvičení mohou samozřejmě mít vliv další faktory, jako míra ontodidaktické transformace obsahu, správnost volby cílů a prostředků k jejich dosažení (Johnstone & Al-Shuaili, 2001; van den Berg, 2013). To vše může následně ovlivnit hodnocení žáků. Aby byly tyto vlivy minimalizovány, byla všechna praktická cvičení pilotně ověřena. Jako zásadní se ukazuje role závěrečné reflexe (Gunstone & Champagne, 1990). Tato proto byla vždy zařazena a právě v případě cvičení restrikce plazmidů bývala nejobsáhlejší.

Jak poukazují další autoři (Franke & Bogner, 2011b; Scharfenberg & Bogner, 2013a, 2013b), správně provedená laboratorní cvičení z molekulární biologie mohou pomoci pochopení obsahu i napravení miskoncepcí žáků. Jak ukazuje předložená práce, navržená praktická cvičení z molekulární biologie byla hodnocena vysoce pozitivně. Obě tyto skutečnosti výrazně podporují zařazování tohoto typu cvičení jako doplněk běžné středoškolské výuky biologie (Janštová & Jáč, 2015).

6.3 Dílčí cíl 3. Vliv praktických cvičení a dalších proměnných na motivaci žáků

Na motivaci žáků ke studiu biologie měla vliv řada faktorů (kapitola 5.3.2). Žáci, kteří absolvovali praktické cvičení z molekulární biologie, dosáhli šest týdnů po cvičení signifikantně vyšších hodnot motivačního skóre. U žáků kontrolní skupiny se hodnoty motivačního skóre nezměnily. Stejně tak mohou měřitelně ovlivnit postoje žáků jednodenní exkurze (Drissner et al., 2010; Prokop, Tuncer, & Kvasnicak, 2007; Sellmann & Bogner, 2012). Potvrdilo se tedy, že i v českém prostředí je velmi vhodné rozvíjet spolupráci mezi vysokými školami, středoškolskými učiteli a jejich žáky, jak to doporučují zahraniční autoři (Lellouch & Jasmin, 2009; Pavesi et al., 2008). Zejména vnitřní motivace i zájem žáků o přírodní vědy kladně korelují i s dosaženými výsledky žáků, jsou tedy důležitým předpokladem pro učení (Areepattamannil et al., 2011).

Motivační skóre žáků kontrolní skupiny bylo v absolutních hodnotách vyšší než u účastníků praktických cvičení. To bylo pravděpodobně dáno věkem žáků. Žáci kontrolní skupiny byli spíše z nižších ročníků, zatímco účastníci praktických cvičení byli převážně s třetích a čtvrtých ročníků. I když byly v českých podmínkách studovány postoje žáků druhého stupně základních škol (Kubiatko, 2011; Vlčková & Kubiatko, 2014) ukázalo se, že motivace českých žáků klesala se zvyšujícím se věkem, resp. ročníkem studia. Toto zjištění je v souladu s výsledky jiných autorů (Prokop, Prokop, et al., 2007). Zajímavý je nárůst motivace chlapců druhých ročníků, kdy je nejčastěji probíraným oborem na daných školách zoologie. Zoologie je obecně oblíbená (Prokop & Komorníková, 2007) a je i hodnocena jako nejoblíbenější obor biologie (Prokop, Prokop, et al., 2007). To platí obzvlášť, pokud je spojena s pozorováním živých organismů (Chudá, 2007). Nárůst zájmu chlapců o biologii v ročníku, kdy byla probírána zoologie, popsal v českém prostředí i Kubiatko (2014). I když se data o oblíbenosti týkají žáků základních škol, není důvod se

domnívat, že by podobná závislost nemohla platit i pro žáky středních škol. Pokles motivace ke studiu biologie ve vyšších ročnících nelze na střední škole vysvětlit pouze výukou nejméně oblíbeného oboru, kterým je v rámci oborů vyučovaných v předmětu biologie obor geologie (Prokop, Prokop, et al., 2007). Geologii byl na všech školách, ze kterých byli účastníci zde popsaného výzkumu, věnován prostor pouze velmi okrajově a to nikoliv v posledním ročníku studia biologie. Pokles motivace žáků ke studiu biologie tedy s výukou oboru geologie nesouvisel. Na základě výše uvedeného by bylo zajímavé zjistit, které obory biologie žáci preferují v různých obdobích studia a to dát do kontextu s proměnou výše jejich motivace v průběhu studia.

Obecně byli chlapci motivovanější ke studiu biologie než dívky. O vyšší motivaci a kladnějším postoji chlapců se typicky mluví v kontextu všech přírodních věd, resp. přírodovědných oborů („science“) (Breakwell & Robertson, 2001; Francis & Greer, 1999; Gardner, 1995; Kotte, 1992; Schibeci & Riley, 1986; Simpson & Oliver, 1985; Sjøberg & Schreiner, 2010; von Roten, 2004; Weinburgh, 1995). Další autoři, kteří se zaměřili na biologii, došli k různorodým závěrům. Někteří shrnují, že dívky mají vyšší motivaci k biologii než chlapci (Vlčková & Kubiátko, 2014; Zeidan, 2010). Jiní tvrdí, že mezi motivací či postoji žáků obou pohlaví není rozdíl (Kubiátko, 2011, 2014; Prokop, Prokop, et al., 2007). Jak je vidět, i ve studiích zaměřených na žáky druhého stupně ZŠ v České republice, byly udělány různé závěry (Kubiátko, 2011, 2014; Vlčková & Kubiátko, 2014). Navíc dívky mohou přírodovědné předměty hodnotit negativněji než chlapci, i když důležitost přírodních věd mohou žáci obou pohlaví vnímat stejně (Francis & Greer, 1999). Podle Catsambis (1995) jsou to spíše chlapci, kdo přisuzuje přírodovědným předmětům větší důležitost pro vlastní budoucnost než dívky. Ani v otázce důležitosti vnímání přírodních věd žáky různého pohlaví tedy nepanuje mezi autory shoda. Roli zde může hrát místo provedení studie a nastavení vzdělávacího procesu v daném státě, případně i délka doby uplynulé od provedení studie. Například v posledních letech se řada zahraničních programů zaměřuje na dívky a ovlivnění jejich vnímání přírodních věd (Tyler-Wood, Ellison, Lim, & Periathiruvadi, 2011).

Zajímavé rozdíly mezi chlapci a dívkami se ukázaly také tehdy, když byly hodnoceny jednotlivé dimenze motivace zvláště. Ukázalo se, že dívky dosahovaly vyšších hodnot než chlapci jedině v dimenzi úzkosti. Ta souvisí i s hodnocením biologie jako školního předmětu. I Kekule a Žák (2010) ukázali, že dívky více motivuje snaha o dobré hodnocení, tedy známky ve škole. Simpson a Oliver (1985) argumentují, že chlapci jsou oproti dívkám

i více motivování k dosažení úspěchu v přírodovědných předmětech. Tento úspěch ale nutně nemusí být shodný se školními známkami.

Je tedy zřejmé, že výsledky záleží i na dalších okolnostech jako je kurikulum, osobnost učitele (Chetty, Friedman, & Rockoff, 2012) a s nimi související převládající metody a formy výuky a pravděpodobně i postoj společnosti. I neformální vzdělávání může významně ovlivnit motivaci, zájem a další směřování žáků (Brossard et al., 2005; Franz-Odenaal et al., 2014; Knox et al., 2003; Oliver & Venville, 2011; Salmi, 2003).

Podle literatury vyšší počet praktických cvičení ve výuce koreluje s lepšími znalostmi (Stohr-Hunt, 1996) i kladnějšími postoji (Ornstein, 2006) žáků k danému předmětu. Stejně tak tato práce ukazuje, že žáci, kteří v průběhu běžné výuky na střední škole absolvovali více praktických cvičení, měli vyšší motivaci ke studiu biologie. Za alarmující považují fakt, že některé školy nemají žádná rozvrhovaná praktická cvičení z biologie. Jak uvedl jeden z vyučujících v pilotním dotazníku „praktika jsou nutnou součástí biologie“.

6.4 Dílčí cíl 4. Porovnání motivačního skóre žáků v České republice a na Novém Zélandu

Novozélandští žáci byli charakterizováni z hlediska dosaženého motivačního skóre. Míra motivace byla porovnána s českými žáky (kapitola 5.4). U žáků z Nového Zélandu bylo dosažené motivační skóre ovlivněno jejich oblíbeným předmětem. Pokud byl tento předmět přírodovědný, dosahovali signifikantně vyššího skóre než pokud byl oblíbený předmět jinak zaměřený. To je ve shodě s dalšími studii (Kubiatko, 2014).

I pohlaví žáků mělo vliv na dosaženou výši motivačního skóre. Stejně jako v případě českých žáků, i zde byli obecně ke studiu biologie motivovanější chlapci. To se logicky odrazilo v rozdílech motivace žáků různých typů škol, konkrétně dívčích, chlapeckých a koedukovaných. Zajímavé je, že chlapci měli vyšší skóre v dimenzi úzkosti a nižší skóre v dimenzi externí motivace.

Celkově měli novozélandští žáci signifikantně vyšší hodnoty motivačního skóre než žáci z České republiky (kapitola 5.4.2). To může být dáno tím, že na Novém Zélandu jsou praktická cvičení neoddelitelnou součástí výuky a to přímo v rámci běžných hodin (Janštová, vlastní zjištění). Praktické aktivity jsou pak výrazným prvkem, který má kladný vliv nejen na motivaci, ale i na postoje a znalosti (Freedman, 1997, 2002; Holstermann

et al., 2010; Ornstein, 2006; Stohr-Hunt, 1996; Thompson & Soyibo, 2002). Žáci jsou také obecně vedeni k řešení problémů a k rozvíjení kompetencí. Na kompetence je kladen důraz při celostátním testování (Ministry of Education, 2007a). Zároveň učebnice a celkové pojetí výuky upřednostňují integrující přístup. Biologie je nahlížena z perspektivy propojujících oborů, jako jsou ekologie, evoluční biologie, buněčná a molekulární biologie (Biozone, 2014). Obecně je na Novém Zélandu kladen velký důraz na vzdělávání učitelů, což má jistě vliv na kvalitu výuky. Při vzdělávání budoucích i současných učitelů je například zásadní, aby využívali tzv. „badatelský přístup k výuce“ („Teaching as Inquiry“). Ten můžeme charakterizovat potřebou individuálního přístupu k jednotlivým žákům, třídám, volbě výukových metod. Učitelé by měli cíleně zvažovat, co žáci umí a co se mají naučit. Je potřeba dále uvážit, která forma a metoda bude nejlépe fungovat pro které žáky, v průběhu výuky sbírat důkazy o jejich učení a tyto následně analyzovat. Z výsledků by měl být vyvozen další postup. Učitelé by měli vycházet z odborné literatury, znalostí kolegů a svých zkušeností (Ministry of Education, 2007a, 2007b, nedatováno).

6.5 Dílčí cíl 5. Žáci se zájmem o biologii

Výzkum zaměřený na žáky se zájmem o biologii ukázal, že řešitelé Biologické olympiády jako takové a i jejího Ústředního kola jsou svébytnou skupinou (kapitola 5.5). Tito žáci se v mnohém lišili od svých vrstevníků, kteří se věnovali Středoškolské odborné činnosti, navštěvovali volitelné semináře z biologie či se účastnili odborného biologického soustředění. Řešitelé BiO se o přírodu často začali zajímat již v předškolním věku (Janštová et al., 2015). Jak ukazují další autoři, již tento věk je důležitý pro další směřování žáků (Tunnicliffe & Ueckert, 2011). I když to často byli rodiče nebo jiný člen rodiny, kdo řešitele BiO k zájmu o přírodu přivedl, povolání rodičů nemělo na tento fakt vliv (Janštová et al., 2015). To je podle mého názoru zajímavé a důležité zjištění. Ukazuje, že rodiče nemusí být profesí přírodovědci, k tomu, aby ve svých dětech vzbudili zájem o přírodu stačí, pokud s nimi tráví čas v přírodě a podporují přirozenou zvědavost.

Zajímavé, i když ne překvapivé, je zjištění, že řešitelé BiO kladněji hodnotili obory jako je botanika, ekologie či molekulární biologie (Janštová et al., 2015), které jsou často vnímány jako obtížné a žáci v nich často chybují (Prokop, Prokop, et al., 2007; Wood-Robinson et al., 2000). Ekologii, molekulární a evoluční biologii můžeme považovat za zastřešující a propojující biologické disciplíny (Wake, 2008). Jsou dnes využívány v kombinaci

s “tradiční” botanikou či zoologií a staly se tak zásadní součástí biologického výzkumu. Tento fakt se sice odráží v zahraničních učebnicích (Biozone, 2014; Miller & Levine, 2010), v českém prostředí ale obdobná učebnice chybí (Papáček, 2010a). Účastníci BiO tak informace čerpají z přípravných textů pro řešitele BiO, tzv. brožurek (např. Balážová et al., 2015) a z přednášek na odborném soustředění, pokud se ho účastní (Kuťáková & Janštová, 2015). Zároveň se biologii věnují i ve svém volném čase. Jsou pak schopni propojovat informace z různých oborů biologie a mají na problematiku komplexnější pohled. K tomuto závěru dospěla ve své disertační práci i Philpot (2007). Účastníci odborného soustředění Biologické olympiády dokonce zmiňovali, že se biologii věnovali navzdory školní biologii, která pro ně často nebyla zajímavá ani ji nepovažovali za přínosnou (Janštová et al., 2015; Kuťáková & Janštová, 2015).

Jako nejdůležitější impulzy, které je vedly k další účasti v BiO poté, co se zúčastnili poprvé, označili žáci v tomto pořadí „radost z poznávání přírody“, „získání nových informací z různých oborů biologie“, „možnost zúčastnit se Letního soustředění na Běstvině“, „možnost zúčastnit se celostátního kola soutěže“, „dosažení co nejlepšího možného výsledku v soutěži“. Na posledních pěti místech (od posledního) byly zmíněny: „uznání ze strany spolužáků ve třídě (ve škole)“, „možnost zúčastnit se Letního soustředění na Běstvině“ (není relevantní, pokud se poprvé zúčastnili v nižších kategoriích, soutěžící nejnížší kategorie D se mohou soustředění účastnit od roku 2014), „možnost zúčastnit se Mezinárodní biologické olympiády“ (není relevantní, pokud se poprvé zúčastnili v nižších kategoriích, týká se pouze nejvyšší kategorie A), „uznání ze strany rodiny (rodiče, sourozenci apod.)“, „uznání ze strany učitelů ve škole“. Učitelé tedy byli o stupeň důležitější než rodiče (Janštová et al., 2015). Letní soustředění BiO na Běstvině bylo velmi důležité pro ty, kteří se ho mohli zúčastnit (Kuťáková & Janštová, 2015). Tato zjištění jsou v souladu se zahraničními studii, které poukazují na zásadní roli, kterou může hrát právě odborné soustředění pro účastníky olympiád (Oliver & Venville, 2011). Abernathy a Vineyard (2001) ukázali, že učitelé věnují přípravě žáků na olympiády více času než rodiče. To by mohlo vysvětlit, proč je pak pro žáky uznání učitelů důležitější. Tito autoři došli k závěru, že pro účastníky přírodovědných olympiád byly nejdůležitější následující faktory (od nejdůležitějšího): „zábava“, „naučím se novým věcem“, „práce s kamarády“, „ocenění v soutěži“ (Abernathy & Vineyard, 2001). Na předních místech se tedy v obou výzkumech shodně vyskytují radost a zábava, a získání nových znalostí a dovedností. Motiv potěšit učitele či rodiče se také shodně vyskytl až u konce škály (Abernathy

& Vineyard, 2001; Janštová et al., 2015). Můžeme tedy usuzovat, že některé motivy jsou relativně univerzální.

Řešitelé BiO hodnotili kladněji než ostatní poznávání organismů, které je tradiční součástí Biologické olympiády. Praktická cvičení naopak překvapivě hodnotili hůře než zbylí zájemci o biologii. Bylo by zajímavé zjistit, zda to může být vedením praktických cvičení, které nedává žákům možnost bádát (Staer et al., 1998), nebo jsou cvičení jinak nevhodně vedena. Pak by ani nemohla vést k cílům (pokud vůbec jsou cíle formulované), jak uvádí (van den Berg 2013). V hodnocení výukových metod se odlišili i účastníci odborného soustředění Arachne. Ti signifikantně lépe než ostatní hodnotili projektovou výuku. Je možné, že toto hodnocení má souvislost se zkušeností žáků s kvalitně vedenými biologicky zaměřenými projekty. Právě projekty, které si žáci sami vybírají a po dobu dvou týdnů řeší, jsou jedním z ústředních bodů programu odborného soustředění Arachne (Mourek, Koukol, Fišerová, & Hrabáková, 2001).

Jasně charakterizovanou skupinou se ukázali být i ti žáci, kteří se přihlásili na biologický seminář, ale nesoutěžili v BiO, SOČ, ani se neúčastnili volnočasových biologicky zaměřených aktivit typu Arachne. Žáci ze seminářů se o biologii často začali zajímat až na střední škole, nechodili do přírodovědně zaměřených kroužků a k zájmu je nejčastěji přivedla „touha po poznání“. Oproti žákům ostatních skupin upřednostňovali biologii člověka a podstatná část z nich plánuje studovat lékařské fakulty (Janštová et al., 2015). Takové žáky je tedy možné pro biologii zaujmout i v mnohem pozdějším věku, což je z hlediska školy a učitelů dobrá zpráva. Zároveň se respondenti ze seminářů nelišili od běžných žáků v tom, že kladně hodnotili biologii člověka (Trumper, 2006; Uitto, 2014).

Účastníci Celostátní přehlídky SOČ na rozdíl od ostatních respondentů častěji uváděli, že jejich učitel na střední škole významně podnítl jejich zájem o biologii. V souladu s tím se více než ostatní žáci připravují na hodiny biologie a do školy chodí raději. To lze vysvětlit faktem, že středoškolský učitel je často zároveň jejich konzultantem práce SOČ. Pokud má tedy učitel zájem o obor a je ochotný žáky aktivně podporovat, může je pro svůj obor zaujmout i v pozdějším věku. To je v souladu s dalšími studiemi, které poukazují na možnosti, které má učitel zaujatý pro svůj obor (Abudu & Gbadamosi, 2014; George & Kaplan, 1998).

6.6 Limity výzkumu

Výzkum byl provedený na dostupném vzorku učitelů a žáků. Není tedy možné výsledky zobecnit v takové míře, jak by to umožnil reprezentativní vzorek respondentů. Nicméně počet žáků, kteří se výzkumu zúčastnili, je srovnatelný se zahraničními studii. Počet vyučujících, kteří vyplnili on - line dotazník byl relativně malý, pravděpodobně je odradila délka dotazníku. Je možné, že osobní kontakt a dotazník v tištěné podobě by zvýšily návratnost.

Kontrolní skupina českých žáků neobsahovala stejný počet, jako skupina, která absolvovala praktická cvičení. Na takový nepoměr ale narazíme i v jiných studiích (Scharfenberg et al., 2007). V kontrolní skupině nebyly vždy zastoupeny paralelní třídy k třídám experimentální. Žáci kontrolní skupiny byli častěji z nižších ročníků, měli tedy vyšší hodnoty motivačního skóre. To bylo dáno možnostmi vyučujících, kteří žáky kontrolní skupiny oslovovali.

Byl testován vliv praktických cvičení z molekulární biologie na motivaci žáků. Molekulární biologie byla vybrána záměrně z důvodu malého zastoupení praktických cvičení ve výuce tohoto tematického celku. Je možné, že testování praktických cvičení zaměřených na jiný tematický celek, by přineslo jiné výsledky.

Pro testování vlivu různých proměnných na výši motivačního skóre byl použit vzorek stovek respondentů. Velkým počtem žáků je dáno to, že i) testy normality ukázaly, že se rozložení dosažených motivačních skóre žáků neblíží normálnímu, ii) i malé rozdíly v absolutních hodnotách dosaženého skóre jsou s větší pravděpodobností vyhodnoceny jako signifikantní.

6.7 Náměty pro další výzkum

V budoucnu by bylo zajímavé zaměřit se na to, která konkrétní praktická cvičení byla pro žáky - respondenty vyučována v běžné školní výuce a pomocí jakých metod. To by mohlo přinést další vhled do možných faktorů, které ovlivňují motivaci žáků k biologii. V provedeném výzkumu byla zjišťována motivace žáků a vyučovaná praktická cvičení (od učitelů), ale na dvou nezávislých skupinách respondentů. Jak ukázali Staer et al. (1998), australští žáci uváděli, že nejčastější aktivita v praktických cvičeních bylo opisování poznámek z tabule a doplňování pracovních listů. V takovém případě je pochopitelné, že

praktická cvičení nemusí být motivující. Bylo by také zajímavé zjistit, které obory biologie žáci preferují a otestovat, zda mají tyto preference vliv na motivaci ke studiu biologie v jednotlivých ročnících studia. Motivační potenciál by bylo možné otestovat i pro praktická cvičení z jiných tematických celků, např. oblíbené zoologie. To, že míra zájmu by mohla kromě věku souviset právě s tématem, ukázali autoři Kubiátko (2014) a Prokop, Prokop, et al. (2007).

Pro další výzkum by bylo vhodné rozšířit přístup o kvalitativní metody. Použito by mohlo být strukturované pozorování hodin a následná analýza činností žáků i učitele. Pozorování by bylo na místě doplnit o polostrukturované rozhovory.

Žáky se zájmem o biologii by také bylo zajímavé zkoumat i metodami kvalitativního výzkumu. V tomto směru zaměřila svoji práci Mgr. Eliška Kuřáková (studentka autorky). Ta vedla polostrukturované rozhovory s řešiteli BiO. Respondenty tvořili ti, kteří se zúčastnili Ústředního kola před méně než před pěti lety (Kuřáková & Janštová, 2015). Bylo by vhodné porovnat tuto skupinu respondentů s bývalými účastníky BiO, kteří soutěžili před několika dekadami.

Zároveň je možné, že různé přírodovědné předměty (biologie, chemie, fyzika, případně zeměpis) jsou natolik specifické, že lákají jiné typy zájemců, nebo se k nim žáci dostávají díky jiným podmínkám a osobám. Srovnání řešitelů ústředních kol Biologické, Chemické, Fyzikální a Zeměpisné olympiády je součástí další práce autorky, která probíhá ve spolupráci s kolegy. Pomocí dotazníkového šetření jsou od účastníků všech olympiád zjišťována obdobná data, jako bylo popsáno u účastníků BiO. Tato data budou porovnána mezi jednotlivými předměty.

Typologii osobnosti by bylo vhodné zjistit např. pomocí i v českém prostředí ověřeného dotazníku Big5 (Hřebíčková, 2011). Bylo by zajímavé popsat, zda se liší soutěžící v přírodovědných olympiádách a další žáci, kteří v olympiádách nesoutěží.

6.8 Doporučení pro praxi

Výsledky výzkumu ukázaly, že existují obory biologie, pro které nejsou v českém prostředí ve výuce na gymnáziích zastoupena praktická cvičení, nebo jsou zastoupena velmi málo. V rámci disertační práce vzniklo několik konkrétních námětů na praktická cvičení a aktivity, které byly otestovány ve výuce. Náměty se ukázaly jako vhodné pro středoškolské

žáky. Všechny byly zároveň představeny vyučujícím v rámci některého ze školení pro učitele pořádaných PřF UK v Praze. Náměty byly zároveň (až na jeden) publikovány a jsou tak k dispozici odborné veřejnosti. Bylo by vhodné dále vzdělávat učitele z praxe a seznamovat je s možnostmi, které jsou dnes dostupné i pro školy a jsou zaměřené na málo zastoupené obory biologie (exkurze na odborná pracoviště, pokročilá praktická cvičení, praktická cvičení z bioinformatiky apod.). Plošnější vzdělávání učitelů by mělo být spojeno s připravovaným kariérním řádem. Na základě poptávky učitelů po námětech na praktická cvičení z bioinformatiky v českém jazyce vznikly pod záštitou Akademie věd ČR v rámci projektu Otevřená věda dva detailně rozpracované bioinformatické náměty včetně metodiky pro učitele, pracovních listů s autorským řešením, doprovodnou prezentací v Power Pointu a ilustračním videem (Janštová, 2015a). Materiály jsou k dispozici vyučujícím z praxe a k jejich využití není potřeba žádné speciální vybavení.

Bylo ukázáno, že motivace žáků k biologii souvisí s absolvováním praktických cvičení v rámci běžné středoškolské výuky. Je tedy vhodné, aby praktická cvičení byla pravidelnou součástí výuky. I námi navržená a otestovaná praktická laboratorní cvičení mají potenciál motivovat žáky k biologii. Naše nálezy podporují význam realizace i pokročilých praktických cvičení a spolupráce středních a vysokých škol. Nicméně je nutné zdůraznit zásadní význam stanovení cílů praktického cvičení a následně metod, které mohou k těmto cílům vést.

Jako důležité se jeví i propojování tematických celků biologie a věnování prostoru propojujícím celkům, jako je ekologie, genetika, buněčná a molekulární biologie či evoluční biologie. Právě na tuto provázanost je kladen důraz při výuce biologie na Novém Zélandu, kde žáci vykazovali vyšších hodnot motivačního skóre než žáci v České republice. Tematické celky biologie buňky, molekulární biologie, genetika a ekologie byly navíc pozitivněji hodnoceny řešitely biologické olympiády, tedy žáky, kteří projevíli o biologii zájem.

Zájem o biologii (přírodu) je často iniciován již v předškolním věku, roli zde tedy hraje rodina. Přesto je možné některé žáky pro biologii získat i na základní a střední škole. V takovém případě hraje zásadní roli (zapálený) učitel. Je proto důležité podporovat a dále vzdělávat učitele. Ti následně mohou motivat žáky a doporučit jim i mimoškolní aktivity, soutěže, soustředění či odborné stáže.

7 Závěr

Cíle předložené disertační práce byly splněny. Práce kladně odpověděla na základní otázku, zda mohou krátkodobá laboratorní cvičení z biologie ovlivnit motivaci středoškolských žáků ke studiu biologie. Zodpovězeny byly i dílčí výzkumné otázky (kapitola 3).

Výzkumná otázka 1 (Existují některá biologická témata, která nejsou na gymnáziích v ČR vyučována v rámci praktických cvičení?)

Bylo zjištěno zastoupení jednotlivých oblastí biologie v praktické výuce. Není překvapivé, že zastoupení těchto různých oblastí v praktické výuce na gymnáziích není rovnoměrné. Nejméně byly v praktické výuce zastoupeny oblasti molekulární biologie a genetika, virologie a ekologie. Nejčastěji uváděnými důvody pro neprovádění praktických cvičení byly chybějící metodické materiály v češtině a chybějící vybavení.

Výzkumná otázka 2 (Které faktory mají vliv na hodnocení praktických cvičení středoškolskými žáky?)

Byla navržena a v praxi ověřena praktická cvičení z molekulární biologie. Navržená praktická cvičení byla žáky i vyučujícími hodnocena jako srozumitelná a atraktivní, mohou tedy pomoci rozšířit povědomí o možnostech praktické výuky molekulární biologie a genetiky. Na hodnocení praktických cvičení mělo vliv to, zda probíhala na akademické (lépe hodnocena ve všech sledovaných kategoriích), či školní půdě, i to, zda je vedl středoškolský učitel (lépe hodnocená srozumitelnost), či vysokoškolský lektor (lépe hodnocená atraktivita). Také jednotlivá praktická cvičení byla v některých aspektech hodnocena rozdílně. V případě praktického cvičení s největší možností experimentovat bylo hůře hodnoceno pochopení a atraktivita. Pohlaví žáků nemělo na hodnocení praktických cvičení vliv.

Výzkumná otázka 3 (Mohou pokročilá praktická cvičení z molekulární biologie motivovat žáky ke studiu biologie? Které další faktory tuto motivaci případně ovlivňují?)

Vliv navržených praktických cvičení na motivaci žáků středních škol ke studiu biologie byl testován pomocí kvasi - experimentu za účasti kontrolní skupiny. Motivační skóre žáků,

kteří praktická cvičení absolvovali, bylo po šesti týdnech signifikantně zvýšené. Motivační skóre žáků kontrolní skupiny se nezměnilo. Byl popsán vliv dalších proměnných (pohlaví, ročník studia, počet praktických cvičení absolvovaných v rámci výuky) na motivaci žáků ke studiu biologie. Motivace chlapců ke studiu biologie byla vyšší než motivace dívek, u žáků obou pohlaví klesala se zvyšujícím se věkem (s výjimkou chlapců ve druhém ročníku). Čím více praktických cvičení žáci absolvovali v rámci běžné výuky na střední škole, tím vyšší byla jejich motivace ke studiu biologie.

Výzkumná otázka 4 (Liší se obecně míra motivace ke studiu biologie u českých a novozélandských středoškolských žáků?)

Byla porovnána výše motivačního skóre novozélandských a českých žáků. Motivace žáků z Nového Zélandu byla signifikantně vyšší než motivace českých žáků. U novozélandských žáků byly zjištěny vlivy dalších proměnných (pohlaví, ročník studia, oblíbený předmět) na výši motivačního skóre. Vyšší motivace dosáhli chlapci, mladší žáci a žáci, kteří jako svůj oblíbený předmět uvedli některý přírodovědný předmět.

Výzkumná otázka 5 (Co přivedlo středoškolské žáky se zájmem o biologii k tomuto oboru a v jakém věku se tak stalo? Ve kterých postojích a sledovaných proměnných se od sebe odlišují řešitelé Biologické olympiády a jiní žáci se zájmem o biologii?)

Byly popsány některé faktory, které přivedly talentované žáky k zájmu o biologii. Ukázalo se, že řešitelé Ústředního kola Biologické olympiády kladněji než další žáci se zájmem o biologii hodnotí další přírodovědné předměty a méně oblíbené, ale často zastřešující obory biologie. Také do jednoho plánují přírodovědné obory studovat i na vysoké škole. I když tito žáci většinou počátky svého zájmu o biologii umístili již do předškolního věku a pro jejich motivaci byli důležití rodiče, povolání rodičů nebylo důležité a jiní žáci mohli být pro biologii zaujati i na škole a pod vlivem učitele.

Na dostupném výběru žáků bylo v rámci předložené disertační práce ukázáno, že pomocí jednodenních praktických cvičení z molekulární biologie je možné kladně ovlivnit motivaci ke studiu biologie. Jednodenní aktivity jsou vhodné i z organizačního hlediska, protože chod školy naruší pouze minimálně.

8 Seznam použitých informačních zdrojů

Informační zdroje jsou citovány podle normy Americké psychologické asociace (American Psychological Association) APA.

Abernathy, T. V., & Vineyard, R. N. (2001). Academic competitions in science: What are the rewards for students? *The Clearing House*, 74(5), 269–276.

Abrahams, I. (2007). An unrealistic image of science. *School Science Review*, 88, 119–122.

Abrahams, I. (2009). Does Practical Work Really Motivate? A study of the affective value of practical work in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 31(17), 2335–2353. <http://doi.org/10.1080/09500690802342836>

Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969. <http://doi.org/10.1080/09500690701749305>

Abrahams, I., & Reiss, M. J. (2012). Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), 1035–1055. <http://doi.org/10.1002/tea.21036>

Abudu, K. A., & Gbadamosi, M. R. (2014). Relationship between teacher's attitude and student's academic achievement in senior secondary school chemistry. A case study of Ijebu-Ode and Odogbolu Local Government Area of Ogun state. *Wudpecker Journal of Educational Research*, 3(3), 35–43.

Ainsworth, C. (2009). Outmanoeuvring influenza's tricks. *Science in School*, (11), 25–29.

Allport, G. W., & Fishbein, M. (1967). Attitudes. In *Readings in attitude theory and measurement* (s. 3–13). New York: John Wiley & Sons. Podle Švandová, K., &

- Kubiatko, M. (2012). Faktory ovlivňující postoje studentů gymnázií k vyučovacímu předmětu chemie. *Scientia in educatione*, 3(2).
- Altmann, A. (1975). *Metody a zásady ve výuce biologii*. Státní pedagogické nakladatelství.
- Andělová, D. (2014). Porovnání efektivity výuky za pomoci počítače vs. 3D modelů. Diplomová práce, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze.
- Areepattamannil, S., Freeman, J. G., & Klinger, D. A. (2011). Influence of motivation, self-beliefs, and instructional practices on science achievement of adolescents in Canada. *Social Psychology of Education*, 14(2), 233–259.
- Azevedo, R. (2015). Defining and Measuring Engagement and Learning in Science: Conceptual, Theoretical, Methodological, and Analytical Issues. *Educational Psychologist*, 50(1), 84–94. <http://doi.org/10.1080/00461520.2015.1004069>
- Bagozzi, R. P., & Burnkrant, R. E. (1979). Attitude organisation and the attitude-behaviour relationship. *Journal of Personality and Social Psychology*, (37), 913–929.
- Bahar, M., Johnstone, A. H., & Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84–86. <http://doi.org/10.1080/00219266.1999.9655648>
- Baker, D., & Leary, R. (1995). Letting girls speak out about science. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(1), 3–27. <http://doi.org/10.1002/tea.3660320104>
- Balážová, A., Černý, J., Damaška, A., Dvořáková, R. M., Holcová, M., Kodejš, K., Mikát, M., Nunvář, J., Pilátová, J., Smyčka, J., Smyčková, M. (2015). Život je jen náhoda aneb Evoluce života na Zemi. Česká zemědělská univerzita v Praze, Ústřední komise Biologické olympiády. Dostupné z http://biologickaolympiada.cz/files/brozura%2015_50.BiO_Zivot_je_jen_nahoda.pdf
- Balgopal, M., & Bondy, C. (2011). Antigenic Shift and Drift. *Science Teacher*, 78(2), 42–46.

- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social-cognitive view*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Podle Abrahams, I. (2009). Does Practical Work Really Motivate? A study of the affective value of practical work in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 31(17), 2335–2353.
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26–29.
- Basaga, H., Geban, Ö., & Tekkaya, C. (1994). The effect of the inquiry teaching method on biochemistry and science process skill achievements. *Biochemical Education*, 22(1), 29–32. [http://doi.org/10.1016/0307-4412\(94\)90163-5](http://doi.org/10.1016/0307-4412(94)90163-5)
- Bathgate, M. E., Schunn, C. D., & Correnti, R. (2014). Children's Motivation Toward Science Across Contexts, Manner of Interaction, and Topic. *Science Education*, 98(2), 189–215. <http://doi.org/10.1002/sce.21095>
- Bílek, M. (2008). Zájem žáků o přírodní vědy jako předmět výzkumných studií a problémy aplikace jejich výsledků v pedagogické praxi. *Acta Didactica*, 2008(2).
- Bilgin, I., Karakuyu, Y., & Ay, Y. (2015). The Effects of Project Based Learning on Undergraduate Students' Achievement and Self-Efficacy Beliefs Towards Science Teaching. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 11(3), 469–477.
- Biozone. (2014). *NCEA Level 2 Biology*. Hamilton, New Zealand: Biozone International Ltd. Dostupné z <http://www.biozone.co.nz/products/12/ncea-level-2-biology-workbook/>
- Bogner, F. X. (1998). The Influence of Short-Term Outdoor Ecology Education on Long-Term Variables of Environmental Perspective. *The Journal of Environmental Education*, 29(4), 17–29. <http://doi.org/10.1080/00958969809599124>

- Bogner, F. X. (2002). The influence of a residential outdoor education programme to pupil's environmental perception. *European Journal of Psychology of Education*, 17(1), 19–34. <http://doi.org/10.1007/BF03173202>
- Bogner, F. X., & Sotiriou, S. (2014). PATHWAY towards a Standard-Based Approach to Teaching Science by Inquiry. In *10th Conference of the European Science Education Research Association, Proceedings* (Roč. 10). Cyprus. Dostupné z http://www.esera.org/media/esera2013/FranzX._Bogner_12Feb2014.pdf
- Bowling, B., Zimmer, E., & Pyatt, R. E. (2014). Bringing Next-Generation Sequencing into the Classroom through a Comparison of Molecular Biology Techniques. *The American Biology Teacher*, 76(6), 396–401. <http://doi.org/10.1525/abt.2014.76.6.7>
- Brand, B. R., & Moore, S. J. (2010). Enhancing Teachers' Application of Inquiry-Based Strategies Using a Constructivist Sociocultural Professional Development Model. *International Journal of Science Education*, 33(7), 889–913. <http://doi.org/10.1080/09500691003739374>
- Breakwell, G. M., & Robertson, T. (2001). The gender gap in science attitudes, parental and peer influences: Changes between 1987-88 and 1997-98. *Public Understanding of Science*, 10(1), 71–82. <http://doi.org/10.1088/0963-6625/10/1/305>
- Brodin, G., Jones, J. G., & Lewis, J. L. (1978). The role of the laboratory in the education of industrial physicists and engineers. In *The role of the laboratory in physics education* (UK: ICPE/GIREP, s. 4–14). Oxford. Podle Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969.

- Brossard, D., Lewenstein, B., & Bonney, R. (2005). Scientific knowledge and attitude change: The impact of a citizen science project. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1099–1121. <http://doi.org/10.1080/09500690500069483>
- Brotman, J. S., & Moore, F. M. (2008). Girls and science: A review of four themes in the science education literature. *Journal of research in science teaching*, 45(9), 971.
- Brown, C. A. (2001). Can Legislation Reduce Gender Differences in Subject Choice? A Survey of GCSE and A level Entries Between 1970 and 1995. *Educational Studies*, 27(2), 173–186. <http://doi.org/10.1080/03055690120050400>
- Bryce, T. G. K., & Robertson, I. J. (1985). What can they do? A review of practical assessment in Science. *Studies in Science Education*, 12(1), 1–24. <http://doi.org/10.1080/03057268508559921>
- Budíková, M. P. J., Králová, M., & Maroš, B. (2010). *Průvodce základními statistickými metodami*. Grada Publishing a.s., 270 s.
- Bukáčková, E., & Janštová, V. (2015). Slané děti, aneb jak se žije bez chloridových kanálů. In *Projektové vyučování v přírodovědných předmětech* (Roč. 12, s. 71 – 75). Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze. Dostupné z http://pages.pedf.cuni.cz/pvch/files/2011/11/PBE_2014.pdf
- Burrows, A. C., Breiner, J. M., Keiner, J., & Behm, C. (2014). Biodiesel and Integrated STEM: Vertical Alignment of High School Biology/Biochemistry and Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 91(9), 1379–1389. <http://doi.org/10.1021/ed500029t>
- Byrd, J. J. (2000). Teaching outside the (cereal) box: a molecular genetics activity. *The American Biology Teacher*, 62(7), 508–511.
- Carlin, K. A. (1999). The impact of curiosity on learning during a school field trip to the zoo. Dizertační práce. Harvard University. Dostupné z <http://adsabs.harvard.edu/abs/1999PhDT.....246C>

- Cartwright, V., & Hammond, M. (2007). „Fitting it in”: A study exploring ICT use in a UK primary school. *Australasian Journal of Educational Technology*, 23(3). <http://doi.org/10.14742/ajet.v23i3.1259>
- Catsambis, S. (1995). Gender, race, ethnicity, and science education in the middle grades. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3), 243–257. <http://doi.org/10.1002/tea.3660320305>
- Cerini, B., Murray, I., & Reiss, M. (2003). Student Review of the Science Curriculum: Major Findings [Other]. Dostupné 5. prosinec 2014, z <http://eprints.ioe.ac.uk/16937/>
- Çimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Students’ views. *Educational Research and Reviews*, 7(3), 61–71.
- Çokadar, H., & Külçe, C. (2008). Pupils’ attitudes towards science: A case of Turkey. *World Applied Sciences Journal*, 3(1), 102–109.
- Coll, R. K., Dalgety, J., & Salter, D. (2002). The Development of the Chemistry Attitudes and Experiences Questionnaire (CAEQ). *Chemistry Education Research and Practice*, 3(1), 19–32. <http://doi.org/10.1039/B1RP90038B>
- Commission, E. (2004). *Europe needs more scientists: Report by the high level group on increasing human resources for science and technology*. Dostupné z http://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/pdf/final_en.pdf
- Costenson, K., & Lawson, A. E. (1986). Why Isn’t Inquiry Used in More Classrooms? *The American Biology Teacher*, 48(3), 150–158. <http://doi.org/10.2307/4448241>
- Cushman, K. (2013). Minds on Fire. *Educational Leadership*, 2014. Dostupné z <http://www.schoolreforminitiative.org/wp-content/uploads/2012/01/Minds-on-Fire.pdf>
- Čábelová, Z. (2008). Problematika komunálních odpadních vod ve výuce biologie na SŠ. Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze.

- Čáp, J., & Mareš, J. (2007). *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál., 656 s.
- Čípková, E., & Ušáková, K. (2006). Videokonferencie ako nástroj zvýšenia efektívnosti praktických cvičení. *Biologie Chemie Zeměpis, 15(5)*, 225–228.
- Čížková, V. (2002). Příspěvek k teorii a praxi problémového vyučování. *Pedagogika, 52(4)*, 415–430.
- Čížková, V. (2006). Experimentální metoda v oborových didaktikách - možnosti a omezení. In *Současné metodologické přístupy a strategie pedagogického výzkumu*. Plzeň: Katedra pedagogiky FPE ZČU v Plzni a Česká asociace pedagogického výzkum. Dostupné z <http://www.kpg.zcu.cz/capv/HTML/127/127.pdf>
- Čížková, V., & Čtrnáctová, H. (2003). Development of Logical Thinking in Science Subjects Teaching. *Journal of Baltic Science Education, (4)*, 12–20.
- Davidson, S. K., Passmore, C., & Anderson, D. (2010). Learning on zoo field trips: The interaction of the agendas and practices of students, teachers, and zoo educators. *Science Education, 94(1)*, 122–141.
- Dawson, C. (2000). Upper primary boys' and girls' interests in science: have they changed since 1980? *International Journal of Science Education, 22(6)*, 557–570. <http://doi.org/10.1080/095006900289660>
- Donovan, J., & Venville, G. (2005). A concrete model for teaching about genes and DNA to young students. *Teaching science, 51*, 29–31.
- Dostál, P. (1977). Teoretické problémy výběru a zpracování obecně biologických poznatků v systému učiva (se zřetelem k obecné biologii na všeobecně vzdělávacích školách a pedagogických fakultách). Kandidátská disertační práce. Katedra přírodních věd Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy v Praze.
- Drayton, B., Puttick, G., & Donovan, M. (2013). Under the Microscope: Review of the research on biological lab experiences 1987-2007 A Research White Paper.

- Cambridge, MA: TERC. Dostupné z <http://tinyurl.com/Undermicro>. Podle Puttick, G., Drayton, B., & Cohen, E. (2015). A Study of the Literature on Lab-Based Instruction in Biology. *American Biology Teacher*, 77(1), 12–18.
- Drissner, J., Haase, H.-M., & Hille, K. (2010). Short-Term Environmental Education-Does It Work?-An Evaluation of the „Green Classroom". *Journal of Biological Education*, 44(4), 149–155.
- Drissner, J., Hille, K., Debatin, S., & Haase, H.-M. (2008). Das Grüne Klassenzimmer im Botanischen Garten der Universität Ulm – eine Wirkungsanalyse. *Diskurs Kindheits- und Jugendforschung*, 3(2). <http://doi.org/10.3224/diskurs.v3i2.187>
- Drits-Esser, D., Malone, M., Barber, N. C., & Stark, L. A. (2014). Beyond the Central Dogma: Bringing Epigenetics into the Classroom. *The American Biology Teacher*, 76(6), 365–369. <http://doi.org/10.1525/abt.2014.76.6.3>
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). Making sense of secondary science: research into children's ideas. *Routledge, London*. Podle Tunnicliffe, S. D., & Ueckert, C. (2011). Early biology: the critical years for learning. *Journal of Biological Education*, 45(4), 173–175.
- Ebenezer, J. V., & Zoller, U. (1993). Grade 10 Students' perceptions of and attitudes toward science teaching and school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 175–186. <http://doi.org/10.1002/tea.3660300205>
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational Beliefs, Values, and Goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109–132. <http://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- Edwards, C. H. (1997). Promoting student inquiry. *The Science Teacher*, 64(2), 18–21.
- Ekici, G., & Hevedanli, M. (2010). Analyzing high school students' attitudes towards biology course in different variables. *J. Of Turkish Science Education*, 7(4), 97–109.

- Falteisek, L., Černý, J., & Janštová, V. (2013). Simplified technique to evaluate human CCR5 genetic polymorphism. *The American Biology Teacher*, 75(9), 704–707. <http://doi.org/10.1525/abt.2013.75.9.13>
- Fančovičová, J. (2009). Postoje žiakov ZŠ k elektronickej forme vzdelávania na hodinách biológie. *Biológia, ekológia, chémia*, 13(1-2), 6–8.
- Farkač, J., & Božková, H. (2006). *Biologická olympiáda*. Praha: Nakladatelství Jan Farkač. 160 s.
- Ferrero, A., Salicone, S., Bonora, C., & Parmigiani, M. (2003). ReMLab: A Java-based remote, didactic measurement laboratory. *Instrumentation and Measurement*, 52(3), 710–715.
- Fontana, D. (2010). *Psychologie ve školní praxi*. Praha: Portál. 384 s.
- Form, D., & Lewitter, F. (2011). Ten Simple Rules for Teaching Bioinformatics at the High School Level. *PLoS Comput Biol*, 7(10), e1002243. <http://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1002243>
- Francis, L. J., & Greer, J. E. (1999). Attitude Toward Science among Secondary School Pupils in Northern Ireland: relationship with sex, age and religion. *Research in Science & Technological Education*, 17(1), 67–74. <http://doi.org/10.1080/0263514990170105>
- Franke, G., & Bogner, F. X. (2011a). Cognitive influences of students' alternative conceptions within a hands-on gene technology module. *The Journal of Educational Research*, 104(3), 158–170.
- Franke, G., & Bogner, F. X. (2011b). Conceptual Change in Students' Molecular Biology Education: Tilting at Windmills? *Journal of Educational Research*, 104(1), 7–18.

- Franke, G., & Bogner, F. X. (2013). How does integrating alternative conceptions into lessons influence pupils' situational emotions and learning achievement? *Journal of Biological Education*, 47(1), 1–11. <http://doi.org/10.1080/00219266.2012.716777>
- Franke, G., Scharfenberg, F.-J., & Bogner, F. X. (2013). Investigation of Students' Alternative Conceptions of Terms and Processes of Gene Technology. *ISRN Education 2013*.
- Franz-Odendaal, T., Blotnicky, B., French, F., & Joy, P. (2014, leden). Career Choices and Influencers in Science, Technology, Engineering and Math: An Analysis of the Maritime Provinces. WISEatlantic Survey Executive Report. NSERC Chair for Women in Science & Engineering. Dostupné z <http://www.wiseatlantic.ca/pdf/WISEatlantic%20Executive%20Report%20-%20January%202014.pdf>
- Freedman, M. P. (1997). Relationship among Laboratory Instruction, Attitude toward Science, and Achievement in Science Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 343–57.
- Freedman, M. P. (2002). The influence of laboratory instruction on science achievement and attitude toward science across gender differences. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 8(2), 10. <http://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.v8.i2.50>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <http://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Gafoor, K. A. (2011). How Do Interest in Sciences Vary with Gender? In *Gender Quest in Multiple Intelligences*. Calicut: Farook Training College. Dostupné z

<http://eric.ed.gov/?q=interdisciplin+science+biology+chemistry&pg=2&id=ED5352>

59

Gallagher, S. R., Coon, W., Donley, K., Scott, A., & Goldberg, D. S. (2011). A First Attempt to Bring Computational Biology into Advanced High School Biology Classrooms. *PLoS Comput Biol*, 7(10), e1002244. <http://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1002244>

Gardner, D. P. L. (1995). Measuring attitudes to science: Unidimensionality and internal consistency revisited. *Research in Science Education*, 25(3), 283–289. <http://doi.org/10.1007/BF02357402>

Gavora, P. (2010). *Úvod do pedagogického výzkumu*. Paido. 261 s.

Gavora, P., Koldeová, L., Dvorská, D., Pekárová, J., & Moravčík, M. (2009). Elektronická učebnica pedagogického výzkumu. Dostupné 14. září 2015, z <http://www.e-metodologia.fedu.uniba.sk/index.php/kapitoly/dotaznik/administrovanie-navratnost.php?id=i12p1>

Geier, R., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Fishman, B., Soloway, E., & Clay-Chambers, J. (2008). Standardized test outcomes for students engaged in inquiry-based science curricula in the context of urban reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(8), 922–939. <http://doi.org/10.1002/tea.20248>

Gelbart, H., & Yarden, A. (2006). Learning genetics through an authentic research simulation in bioinformatics. *Journal of Biological Education*, 40(3), 107–112. <http://doi.org/10.1080/00219266.2006.9656026>

George, R. (2006). A Cross-domain Analysis of Change in Students' Attitudes toward Science and Attitudes about the Utility of Science. *International Journal of Science Education*, 28(6), 571–589. <http://doi.org/10.1080/09500690500338755>

- George, R., & Kaplan, D. (1998). A structural model of parent and teacher influences on science attitudes of eighth graders: Evidence from NELS: 88. *Science Education*, 82(1), 93–109.
- Germann, P. J., Haskins, S., & Auls, S. (1996). Analysis of nine high school biology laboratory manuals: Promoting scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(5), 475–499. [http://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199605\)33:5<475::AID-TEA2>3.0.CO;2-O](http://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199605)33:5<475::AID-TEA2>3.0.CO;2-O)
- Gibson, H. L., & Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, 86(5), 693–705. <http://doi.org/10.1002/sce.10039>
- Giordan, A. (2000). Biology, Education and Ethics. *Biology International*, 25(39), 19–21.
- Glynn, S. M., Taasoobshirazi, G., & Brickman, P. (2009). Science motivation questionnaire: Construct validation with nonscience majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 127–146.
- Godin, E. A., Kwiek, N., Sikes, S. S., Halpin, M. J., Weinbaum, C. A., Burgette, L. F., ... Schwartz-Bloom, R. D. (2014). Alcohol Pharmacology Education Partnership: Using Chemistry and Biology Concepts to Educate High School Students about Alcohol. *Journal of Chemical Education*, 91(2), 165–172. <http://doi.org/10.1021/ed4000958>
- Goodrum, D., Rennie, L. J., & Hackling, M. W. (2001). *The status and quality of teaching and learning of science in Australian schools: A research report*. Department of Education, Training and Youth Affairs Canberra.
- Gormally, C., Brickman, P., Hallar, B., & Armstrong, N. (2009). Effects of Inquiry-based Learning on Students' Science Literacy Skills and Confidence. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3(2), 16. Dostupné z <http://digitalcommons.georgiasouthern.edu/ij-sotl/vol3/iss2/16>

- Grant, D. M., Malloy, A. D., & Hollowell, G. P. (2013). Enhancing Students' Interest in Science and Technology through Cross-Disciplinary Collaboration and Active Learning Techniques. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 12, 101–112.
- Greenfield, T. A. (1996). Gender, ethnicity, science achievement, and attitudes. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), 901–933. [http://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199610\)33:8<901::AID-TEA5>3.0.CO;2-#](http://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199610)33:8<901::AID-TEA5>3.0.CO;2-#)
- Podle Kubiátko, M. (2014). *Vplyv rôznych faktorov na postoje žiakov základných škôl k prírodovedným predmetom*. Brno: Masarykova univerzita. 183 s.
- Gunstone, R. F., & Champagne, A. B. (1990). Promoting conceptual change in the laboratory. *The student laboratory and the science curriculum*, 159–182. Podle Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2003). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88(1), 28–54.
- Haas, J. (2005). The Situation in Industry and the Loss of Interest in Science Education. *European Journal of Education*, 40(4), 405–416. <http://doi.org/10.1111/j.1465-3435.2005.00236.x>
- Hagay, G., & Baram-Tsabari, A. (2011). A shadow curriculum: Incorporating students' interests into the formal biology curriculum. *Research in Science Education*, 41(5), 611–634.
- Hagay, G., Peleg, R., Laslo, E., & Baram-Tsabari, A. (2013). Nature or nurture? A lesson incorporating students' interests in a high-school biology class. *Journal of Biological Education*, 47(2), 117–122. <http://doi.org/10.1080/00219266.2013.773363>
- Hamilton-Ekeke, J. (2007). Relative Effectiveness of Expository and Field Trip Methods of Teaching on Students' Achievement in Ecology. *International Journal of Science Education*, 29(15), 1869–1889. <http://doi.org/10.1080/09500690601101664>

- Hassan, G. (2011). Students' Views of Science: A Comparison between Tertiary and Secondary School Students. *Science Educator*, 20(2), 54–61.
- Hassard, J. (1995). *The art of teaching science*. Oxford: Oxford University Press. Podle Škoda, J., & Doulik, P. (2009). Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 24–44.
- Haste, H. (2004). Science in my Future: A study of values and beliefs in relation to science and technology amongst 11-21 year olds. *London: Nestle Social research Programme*. Dostupné z <http://opus.bath.ac.uk/22269/>
- Haugwitz, M., & Sandmann, A. (2010). Collaborative modelling of the vascular system - designing and evaluating a new learning method for secondary students. *Journal of Biological Education*, 44(3), 136–140. <http://doi.org/10.1080/00219266.2010.9656210>
- Haurly, D. L. (1993). Teaching Science through Inquiry. ERIC/CSMEE Digest. Dostupné z <http://eric.ed.gov/?id=ED359048>
- Hearn, R. P., & Arblaster, K. E. (2010). DNA extraction techniques for use in education. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 38(3), 161–166. <http://doi.org/10.1002/bmb.20351>
- Hejnová, E. (2011). Integrovaná výuka přírodovědných předmětů na základních školách v českých zemích – minulost a současnost. *Scientia in educatione*, 2(2). Dostupné z <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/view/24>
- Held, L. (2007). Vzdelávanie podporujúce vedu, výskum a inovácie (Stav prírodovedného vzdelávania v trnavskom regióne ako predpoklad uplatnenia prírodných vied v spoločenskej a výrobnjej praxi). *Acta Facultatis Universitatis Tyrnaviensis*, 16–35.
- Podle Veselský, M., & Hrubíšková, H. (2009). Zájem žáků o učební předmět chemie. *Pedagogická orientace*, (3), 45–64.

- Held, E. (2011). Konfrontácia koncepcií prírodovedného vzdelávania v Európe. *Scientia in educatione*, 2(1), 69-79. Dostupné z <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/view/18>
- Hentze, S., Muckenthaler, M., & Patterson, L. (2009). Getting a grip on genetic diseases. *Science in School*, (13), 53–58.
- Hidi, S., & Harackiewicz, J. M. (2000). Motivating the Academically Unmotivated: A Critical Issue for the 21st Century. *Review of Educational Research*, 70(2), 151–179. <http://doi.org/10.3102/00346543070002151>
- Hodson, D. (1991). Practical Work in Science: Time for a Reappraisal. *Studies in Science Education*, 19(1), 175–184. <http://doi.org/10.1080/03057269108559998>
- Hodson, D. (1993). Re-thinking Old Ways: Towards A More Critical Approach To Practical Work In School Science. *Studies in Science Education*, 22(1), 85–142. <http://doi.org/10.1080/03057269308560022>
- Podle Wilkinson, J., & Ward, M. (1997). A comparative study of students' and their teacher's perceptions of laboratory work in secondary schools. *Research in Science Education*, 27(4), 599–610.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2003). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88(1), 28–54.
- Holstermann, N., Ainley, M., Grube, D., Roick, T., & Bögeholz, S. (2012). The specific relationship between disgust and interest: Relevance during biology class dissections and gender differences. *Learning and Instruction*, 22(3), 185–192. <http://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.10.005>
- Holstermann, N., Grube, D., & Bögeholz, S. (2010). Hands-on activities and their influence on students' interest. *Research in Science Education*, 40(5), 743–757.
- Hong, J.-L., Shim, K.-C., & Chang, N.-K. (1998). A study of Korean middle school students' interests in biology and their implications for biology education.

International Journal of Science Education, 20(8), 989–999.

<http://doi.org/10.1080/0950069980200806>

Hooker, P. D., Deutschman, W. A., & Avery, B. J. (2014). The Biology and Chemistry of Brewing: An Interdisciplinary Course. *Journal of Chemical Education*, 91(3), 336–339. <http://doi.org/10.1021/ed400523m>

Hrabal, V., Man, F., & Pavelková, I. (1984). *Psychologické otázky motivace ve škole*. Praha: SPN. 232 s.

Hrubíšková, H., Gorčíková, M., & Hyžová, D. (2008). Postoje a štruktúra učebnej motivácie žiakov gymnázia v predmetoch biológia a chémia. *Pedagogické spektrum*, 17(2), 104–115.

Hřebíčková, M. (2011). *Pětifaktorový model v psychologii osobnosti (Psyché)*. Praha: Grada Publishing a.s. 256 s.

Hung, C.-Y., Sun, J. C.-Y., & Yu, P.-T. (2015). The benefits of a challenge: student motivation and flow experience in tablet-PC-game-based learning. *Interactive Learning Environments*, 23(2), 172–190. <http://doi.org/10.1080/10494820.2014.997248>

Hunt, J. (2007). ICT-mediated science inquiry: the Remote Access Microscopy Project (RAMP). *Australian Educational Computing*, 22(1), 26–33.

Hunt, J., & Harrison, A. (2004). *ICT-mediated science inquiry: a pilot study*. Rockhampton: QLD. Dostupné z <http://acquire.cqu.edu.au:8080/vital/access/manager/Repository/cqu:3528>

Chalupková, S., & Demkanin, P. (2011). Vyučovanie fyziky v kontexte záľub študentov. *Scientia in educatione*, 2(1), 15–22.

Chetty, R., Friedman, J. N. ., & Rockoff, J. E. (2012). The Long-Term Impacts of Teachers: Teacher Value-Added and Student Outcomes in Adulthood. *NBER*

Working Paper No. 17699, (I2, J24). Dostupné z
http://obs.rc.fas.harvard.edu/chetty/value_added.pdf

- Chráska, M. (2007). *Metody pedagogického výzkumu*. Grada Publishing as. 272 s.
- Chudá, J. (2007). Postoje žiaků a učitelův přírodopisu k predmetu přírodopis. *e-Pedagogium*, (2), 52–70.
- Chudomelová, I. (2014). Analýza výuky biologie na SŠ s přihlédnutím k podílu praktické výuky. Diplomová práce, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze.
- Chuchvalec, P. (2010). Chemistry that is not itself. *Chemické Listy*, 104(9), 821–822.
- Imperial, S., & Boronat, A. (2005). Determination of the Rh Factor: A Practical Illustrating the Use of the Polymerase Chain Reaction. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 33(1), 50–53.
- Janík, T. (2005). Zamyšlení nad obsahem školního vzdělávání. *Maňák, J.; Janík, T. Orientace české základní školy. Brno: MU*, 218–233.
- Janstova, V., Weiser, M., Zikanova, B., Janderova, B., Palkova, Z., Cotter, M., & Cerny, J. (2013). European Union Science Olympiad (EUSO) as a mean to increase motivation towards science. In *ICERI2013 Proceedings* (s. 2334–2343). Seville, Spain. Dostupné z <http://library.iated.org/view/JANSTOVA2013EUR>
- Janštová, V. (2013). Distribution of different biological disciplines in high-school biological practical courses in Czech Republic - a pilot study. In *Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference* (Roč. 4, s. 2775–2779). Hradec Kralove. Dostupné z http://www.vedeckekonference.cz/library/proceedings/mmk_2013.pdf
- Janštová, V. (2015a). Otevřená věda AVČR. Dostupné 30. srpen 2015, z <https://www.youtube.com/user/OtevrenaVeda>
- Janštová, V. (2015b v tisku). What is actually taught in high school biology practical courses. In *ICERI2015 Proceedings* (Roč. 8). Seville, Spain.

- Janštová, V., & Jáč, M. (2014a). Modelování ve výuce biologie (1) aneb jak žákům přiblížit některé biologické jevy. *Biologie Chemie Zeměpis*, 23(2), 61–65.
- Janštová, V., & Jáč, M. (2014b). Modelování ve výuce biologie (2) aneb jak žákům přiblížit některé biologické jevy. *Biologie Chemie Zeměpis*, 23(3), 111–116.
- Janštová, V., & Jáč, M. (2015). Výuka molekulární biologie na gymnáziích: analýza současného stavu a možnosti její podpory. *Scientia in Education*, 6(1), 14–39.
- Janštová, V., Jáč, M., & Dvořáková, R. (2015). Faktory motivující žáky středních škol k zájmu o obor biologie a účasti v předmětových soutěžích s biologickou tematikou. *e-Pedagogium*, 15(1), 56–71.
- Janštová, V., Pavlasová, L., & Černý, J. (2014). Inquiry based practical course focused on proteins. In *Projektové vyučování v přírodovědných předmětech* (Roč. 11, s. 40–45). Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze.
- Jarvis, T., & Pell, A. (2005). Factors influencing elementary school children's attitudes toward science before, during, and after a visit to the UK National Space Centre. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 53–83.
<http://doi.org/10.1002/tea.20045>
- Johnstone, A. H., & Al-Shuaili, A. (2001). Learning in the laboratory; some thoughts from the literature. *University Chemistry Education*, 5(2), 42–51.
- Jones, M. G., Howe, A., & Rua, M. J. (2000). Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists. *Science Education*, 84(2), 180–192.
- Kantrowitz, B. (2014). The Science of Learning. *Scientific American*, 311(2), 68–73.
<http://doi.org/10.1038/scientificamerican0814-68>

- Kapanadze, M., Bolte, C., Schneider, V., & Slovinsky, E. (2015). Enhancing Science Teachers' Continuous Professional Development in the Field of Inquiry Based Science Education. *Journal of Baltic Science Education*, 14(2), 254–266.
- Kašová, J. (1995). Škola trochu jinak: projektové vyučování v teorii i praxi. *Kroměříž: Iuventa*.
- Keeves, J. P. (1975). The home, the school, and achievement in mathematics and science. *Science Education*, 59(4), 439–460. <http://doi.org/10.1002/sce.3730590402> Podle Kubiátko, M. (2014). *Vplyv rôznych faktorov na postoje žiakov základných škôl k prírodovedným predmetom*. Brno: Masarykova univerzita. 183 s.
- Kekule, M., & Žák, V. (2010). Postoje žáků k výuce fyziky v České republice – vybrané výsledky. *Scientia in educatione*, 1(1), 51-71. Dostupné z <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/view/53>
- Kiemer, K., Groeschner, A., Pehmer, A.-K., & Seidel, T. (2015). Effects of a classroom discourse intervention on teachers' practice and students' motivation to learn mathematics and science. *Learning and Instruction*, 35, 94–103. <http://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.10.003>
- Killpatrick, W. (1926). *The Project Method: The Use of the Purposeful Act in the Educative Process*. Columbia University. Podle Singule, F. (1992). *Současné pedagogické směry a jejich psychologické souvislosti*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 56 s.
- Klahr, D., Triona, L. M., & Williams, C. (2007). Hands on what? The relative effectiveness of physical versus virtual materials in an engineering design project by middle school children. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 183–203. <http://doi.org/10.1002/tea.20152>

- Knox, K. L., Moynihan, J. A., & Markowitz, D. G. (2003). Evaluation of Short-Term Impact of a High School Summer Science Program on Students' Perceived Knowledge and Skills. *Journal of Science Education and Technology*, 12(4), 471–478. <http://doi.org/10.1023/B:JOST.0000006306.97336.c5>
- Kobayashi, K. (2007). The significance and importance of participation in the International Biology Olympiad, based on the importance of biological education of Japan. *Plant and Cell Physiology*, 48, S13–S13.
- Koršňáková, P. (2005). Přírodovedná gramotnosť slovenských žiakov a študentov. In *Matejovičová, B., Sandanusová, A. (ed.). Metodologické aspekty a výskum v oblasti didaktík prírodovedných, poľnohospodárskych a príbuzných odborov* (s. 34–39). Nitra, FPV UKF: Prírodovedec. Podle Papáček, M. (2010a). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in Educatione*, 1(1), 33–49.
- Kotte, D. (1992). Gender differences in science achievement in 10 countries. *Peter Lang, Frankfurt*. Dostupné z https://www.peterlang.com/download/datasheet/29247/datasheet_44918.pdf
- Koul, R. B., & Fisher, D. (2002). Science classroom learning environments in India. In *International Educational Research Conference of the Australian Association for Research in Education (AARE)*. Brisbane, Australia.
- Krajšek, S. S., & Vilhar, B. (2010). Active teaching of diffusion through history of science, computer animation and role playing. *Journal of Biological Education*, 44(3), 116–122. <http://doi.org/10.1080/00219266.2010.9656207>
- Kratochvílová, J. (2009). *Teorie a praxe projektové výuky*. MU Brno.
- Kritické myšlení o.s. (b.r.). Dostupné 22. červenec 2015, z <http://www.kritickemysleni.cz/oprogramu.php>

- Kriz, W. C. (2008). A Systemic-Constructivist Approach to the Facilitation and Debriefing of Simulations and Games. *Simulation & Gaming*.
<http://doi.org/10.1177/1046878108319867>
- Kubiatko, M. (2011). Bez prírodopisu to nejde alebo Ako ho vnímajú žiaci základných škôl. *Studia paedagogica*, 16(2), 75–88.
<http://doi.org/http://dx.doi.org/10.5817/SP2011-2-4>
- Kubiatko, M. (2014). *Vplyv rôznych faktorov na postoje žiakov základných škôl k prírodovedným predmetom*. Brno: Masarykova univerzita. 183 s.
- Kubiatko, M., & Haláková, Z. (2009). Slovak high school students' attitudes to ICT using in biology lesson. *Computers in Human Behavior*, 25(3), 743–748.
<http://doi.org/10.1016/j.chb.2009.02.002>
- Kubiatko, M., & Ušáková, K. (2005). Vplyv IKT na záujem žiakov o biológiu z pohľadu učiteľov. *Informatika v škole*, (30), 33–37.
- Kučáková, E., & Janštová, V. (2015 v tisku). Can be the future career choice influenced by high-school students' experience with the Biology Olympiad? In *ICERI2015 Proceedings* (Roč. 8). Seville, Spain: IATED.
- Kwiek, N. C., Halpin, M. J., Reiter, J. P., Hoeffler, L. A., & Schwartz-Bloom, R. D. (2007). Pharmacology in the high-school classroom. *Science - New York then Washington*, 317(5846), 1871.
- Latour, B. (2013). *An Inquiry Into Modes of Existence*. Harvard University Press. Podle
- Puttick, G., Drayton, B., & Cohen, E. (2015). A Study of the Literature on Lab-Based Instruction in Biology. *American Biology Teacher*, 77(1), 12–18.
- Lavonen, J., & Laaksonen, S. (2009). Context of teaching and learning school science in Finland: Reflections on PISA 2006 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 922–944. <http://doi.org/10.1002/tea.20339>

- Lawrenz, F., Wood, N. B., Kirchhoff, A., Kim, N. K., & Eisenkraft, A. (2009). Variables affecting physics achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(9), 961–976. <http://doi.org/10.1002/tea.20292>
- Lellouch, S., & Jasmin, J. (2009). Catch them young: university meets primary school, (11), 44–51.
- Levesley, A., Jopson, J., & Knight, C. (2012). The Gatsby Plant Science Summer School: Inspiring the Next Generation of Plant Science Researchers. *The Plant Cell*, 24(4), 1306–1315. <http://doi.org/10.1105/tpc.111.094326>
- Lewis, J., Leach, J., & Wood-Robinson, C. (2000a). All in the genes? - young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, 34(2), 74–79. <http://doi.org/10.1080/00219266.2000.9655689>
- Lewis, J., Leach, J., & Wood-Robinson, C. (2000b). Chromosomes: the missing link - young people's understanding of mitosis, meiosis, and fertilisation. *Journal of Biological Education*, 34(4), 189–199. <http://doi.org/10.1080/00219266.2000.9655717>
- Lewis, J., Leach, J., & Wood-Robinson, C. (2000c). What's in a cell? - young people's understanding of the genetic relationship between cells, within an individual. *Journal of Biological Education*, 34(3), 129–132. <http://doi.org/10.1080/00219266.2000.9655702>
- Lewis, J., & Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance - do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22(2), 177–195. <http://doi.org/10.1080/095006900289949>
- Lewitter, F., & Bourne, P. E. (2011). Teaching Bioinformatics at the Secondary School Level. *PLoS Comput Biol*, 7(10), e1002242. <http://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1002242>

- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.
22. Dostupné z <http://psycnet.apa.org/psycinfo/1933-01885-001>
- Lindahl, B. (2003). Pupils' responses to school science and technology? A longitudinal study of pathways to upper secondary school. *Göteborg Studies in Educational Sciences, 196*. Dostupné z
http://www.researchgate.net/profile/Britt_Lindahl/publication/237722627_Pupils'_responses_to_school_science_and_technology_A_longitudinal_study_of_pathways_to_upper_secondary_school/links/02e7e533330220b96f000000.pdf
- Lindner, M. (2014). Project learning for university students. In *Projektové vyučování v přírodovědných předmětech* (Roč. 11, s. 10–15). Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze.
- Linhart, J. (1982). *Základy psychologie učení*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 250 s.
- Liu, D. W. C. (2013). Physics and Biology Collaborate to Color the World. *CBE - Life Sciences Education, 12*(2), 133–138. <http://doi.org/10.1187/cbe.13-03-0056>
- Lokša, J., & Lokšová, I. (1999). *Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole*. Praha: Portál. 208 s.
- Lyons, T. (2006). Different Countries, Same Science Classes: Students' experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education, 28*(6), 591–613. <http://doi.org/10.1080/09500690500339621>
- Malacinski, G. M., & Zell, P. W. (1996). Manipulating the „Invisible“: Learning Molecular Biology Using Inexpensive Models. *American Biology Teacher, 58*(7), 428–32.
- Malcolm, A. D., & Day, G. (2004). The role of the IOB in the future of biological education. Dostupné z
<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00219266.2004.9655932>

- Maňák, J., & Švec, V. (2003). *Výukové metody*. Brno: Paido. 219 s.
- Markowitz, D. G. (2004). Evaluation of the Long-Term Impact of a University High School Summer Science Program on Students' Interest and Perceived Abilities in Science. *Journal of Science Education and Technology*, 13(3), 395–407. <http://doi.org/10.1023/B:JOST.0000045467.67907.7b>
- Martinelli, A. (2008). An international festival of biological education. *Journal of Biological Education*, 42(4), 180.
- Mayoh, K., & Knutton, S. (1997). Using out-of-school experience in science lessons: reality or rhetoric? *International Journal of Science Education*, 19(7), 849–867. <http://doi.org/10.1080/0950069970190708>
- McQueen, J., Wright, J. J., & Fox, J. A. (2012). Design and Implementation of a Genomics Field Trip Program Aimed at Secondary School Students. *PLoS Comput Biol*, 8(8), e1002636. <http://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1002636>
- Millar, R., Leach, J., & Osborne, J. (2000). *Improving Science Education: The Contribution of Research* (Open University Press). McGraw-Hill Education (UK).
- Podle Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969.
- Miller, K. R., & Levine, J. S. (2010). *Miller & Levine Biology: 2010 On-Level, Student Edition* (Student Edition: 2010 edition). Boston, Mass.: Prentice Hall.
- Ministry of Education. (2007a). The New Zealand Curriculum. Learning Media Limited. Dostupné z <http://nzcurriculum.tki.org.nz/The-New-Zealand-Curriculum>
- Ministry of Education. (2007b). The New Zealand Curriculum for English-medium Teaching and Learning in Years 1–13. Wellington: Ministry of Education. Dostupné z <http://nzcurriculum.tki.org.nz/>

- Ministry of Education. Teaching as inquiry / Teachers as learners: Inquiry / Case studies / Curriculum stories / Kia ora - NZ Curriculum Online. Dostupné 1. září 2015, z <http://nzcurriculum.tki.org.nz/Curriculum-stories/Case-studies/Teachers-as-learners-Inquiry/Teaching-as-inquiry>
- Monk, M., & Osborne, J. (2000). *Good Practice in Science Teaching. What research has to say*. Buckingham: Open University Press. Podle Puttick, G., Drayton, B., & Cohen, E. (2015). A Study of the Literature on Lab-Based Instruction in Biology. *American Biology Teacher*, 77(1), 12–18.
- Moravcová, R., & Janštová, V. (2014). Možnosti výuky tématu krevních skupin a problematika práce s krví na SŠ. In *Projektové vyučování v přírodovědných předmětech* (Roč. 11, s. 106–110). Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze.
- Moravcová, S., & Janštová, V. (2014). Využití SDS-PAGE ve výuce na gymnáziu. In *Projektové vyučování v přírodovědných předmětech* (Roč. 11, s. 87–91). Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze.
- Moravcová, S., Moravcová, R., & Janštová, V. (2013). Comparison of two molecular biology practical courses at high schools. In *Proceedings of IAC-ETeL 2013 (International Academic Conference on Education, Teaching and E-learning)*. Praha.
- Mourek, J., Koukol, O., Fišerová, J., & Hrabáková, M. (2001). Secondary School Students Taste the Real Science: Project Methods Used in the "Biological Summer Course Arachne". In *The theory and praxis of integrating of school projects in the teaching of natural sciences, biology and ecology*. Pampola, Spain. Dostupné z http://web.natur.cuni.cz/~arachne/English/Mourek_et_al.pdf
- Mourek, J., Koukol, O., Hrabáková, M., Černá, K., Brettlová, P., Novozámská, E., Mourková, J., Janšta, P., Zikánová, B. (2007). Biological Summer Course Arachne -

- Spider Web Connecting People and Different Branches of Science. In *Science Education: Models and Networking of Student Research Training under 21* (s. 201–211). IOS Press.
- Nakonečný, M. (2004). *Motivace lidského chování* (Psychologie). Praha: Academia. 270 s.
- Němečková, L. (2015). Možnosti pojetí výuky morfologie listů na 2. stupni ZŠ. Diplomová práce, Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze.
- Nolen, S. B. (2003). Learning environment, motivation, and achievement in high school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(4), 347–368.
<http://doi.org/10.1002/tea.10080>
- OECD. (2008). Tertiary Education for the Knowledge Society, OECD Thematic Review of Tertiary Education: Synthesis Report. OECD. Dostupné z <http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/40345176.pdf>
- Offner, S., & Pohlman, R. F. (2010). Visualizing Proteins & Their Evolution. *The American Biology Teacher*, 72(6), 373–376. <http://doi.org/10.1525/abt.2010.72.6.12>
- O’Kennedy, R., Burke, M., van Kampen, P., James, P., Cotter, M., Browne, W. R., O’Faga, C., McGlynn, E. (2005). The First EU Science Olympiad (EUSO): A Model for Science Education. *Journal of Biological Education*, 39(2), 58–62.
- Oliver, M., & Venville, G. (2011). An Exploratory Case Study of Olympiad Students’ Attitudes towards and Passion for Science. *International Journal of Science Education*, 33(16), 2295–2322. <http://doi.org/10.1080/09500693.2010.550654>
- Ondřej, V., & Dvořák, P. (2012). Bioinformatics: A History of Evolution „In Silico”. *Journal of Biological Education*, 46(4), 252–259.
- Orion, N., & Hofstein, A. (1991). Factors Which Influence Learning Ability during a Scientific Field Trip in a Natural Environment. Dostupné z <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/detail?accno=ED338493>

- Ornstein, A. (2006). The Frequency of Hands-On Experimentation and Student Attitudes toward Science: A Statistically Significant Relation (2005-51-Ornstein). *Journal of Science Education and Technology*, 15(3), 285–297.
- Osborne, J. (1993). Alternatives To Practical Work. *School Science Review*, 75(271), 117–23.
- Osborne, J., & Collins, S. (2000). Pupils' and parents' views of the school science curriculum. *School Science Review*, 82(298), 23–31. Podle Lyons, T. (2006). Different Countries, Same Science Classes: Students' experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education*, 28(6), 591–613.
- Osborne, J., & Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: A focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), 441–467. <http://doi.org/10.1080/09500690010006518>
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079. <http://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Papáček, M. (2010a). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in Educatione*, 1(1), 33–49.
- Papáček, M. (2010b). Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. In *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování* (s. 145–162). České Budějovice: Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity.
- Papáček, M., Čížková, V., Kubiátko, M., Petr, J., & Závodská, R. (2015). Didaktika biologie: didaktika v rekonstrukci. In *Oborové didaktiky: vývoj - stav - perspektivy* (s. 225–257). Brno: Masarykova univerzita.

- Papanastasiou, C., & Papanastasiou, E. C. (2004). Major Influences on Attitudes Toward Science. *Educational Research and Evaluation*, 10(3), 239–257. <http://doi.org/10.1076/edre.10.3.239.30267>
- Pavelková, I. (2002). *Motivace žáků k učení*. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze. 250 s.
- Pavelková, I., & Škaloudová, A. (2006). Homogenita a heterogenita v žákovských postojích ke školním předmětům. In *Současné metodologické přístupy a strategie pedagogického výzkumu. Sborník příspěvků z XIV. konference ČAPV* (s. 1–15). Dostupné z <http://www.kpg.zcu.cz/capv/HTML/43/43.pdf>
- Pavesi, G., Siccardi, A., Viale, G., Grazioli, C., Calciolari, T., Tenchini, M. L., & Plevani, P. (2008). Hedgehogs, humans and high-school science. *EMBO reports*, 9(3), 208–211.
- Pavlasová, L. (2014). *Přehled didaktiky biologie*. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze. 58 s.
- Pavlasová, L., & Tarabová, E. (2010). *Praktické úlohy a projekty z mikrobiologie* (Alma Mater Studiorum). Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze.
- Pell, T., & Jarvis, T. (2001). Developing attitude to science scales for use with children of ages from five to eleven years. *International Journal of Science Education*, 23(8), 847–862. <http://doi.org/10.1080/09500690010016111>
- Petr, J., Stuchlíková, I., & Papáček, M. (2014). Biology Olympiad as a Model for Inquiry-Based Approaches. In *10th Conference of the European Science Education Research Association, Proceedings* (Roč. 13, s. 50–56). Cyprus: European Science Education Research Association. Dostupné z http://www.esera.org/media/esera2013/jan_petr_19dec2013.pdf

- Philpot, C. (2007). Science Olympiad Students' Nature of Science Understandings. Georgia State University. Dostupné z http://scholarworks.gsu.edu/msit_diss/20
- Pilotní projekt vzdělávání učitelů přírodopisu a biologie s tematikou badatelsky orientovaného vyučování, Generace Y. Dostupné 26. srpen 2015, z <http://www.generacey.cz/pedagogove/seminare-a-akce/skola-badatelsky-orientovaneho-vyucovani-1>
- Pintrich, P. R. (2004). A Conceptual Framework for Assessing Motivation and Self-Regulated Learning in College Students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385–407. <http://doi.org/10.1007/s10648-004-0006-x>
- PISA 2012 Results: Ready to Learn Student's engagement, drive and self-beliefs (Volume III). (2012). OECD Publishing. Dostupné z <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-volume-III.pdf>
- Potyrala, K., & Chorazki, G. (2002). Interactive tasks with computer use for junior high school students. *Wydawnictwo Kubajak, Krzeszowice*. Podle Papáček, M., Čížková, V., Kubiátko, M., Petr, J., & Závodská, R. (2015). Didaktika biologie: didaktika v rekonstrukci. In *Oborové didaktiky: vývoj - stav - perspektivy* (s. 225–257). Brno: Masarykova univerzita
- Prince, M., & Vigeant, M. (2006). Using inquiry-based activities to promote understanding of critical engineering concepts. In *Conferences & Exhibition of the American Society of Engineering Education*. Dostupné z http://www.engconfintl.org/8axabstracts/Session%201B/rees08_submission_5.doc
- Prokop, P., & Komorníková, M. (2007). Postoje k přírodopisu u žiaků druhého stupňa základných škôl. *Pedagogika*, 57(1), 37–46. Podle Kubiátko, M. (2011). Bez přírodopisu to nejde alebo Ako ho vnímajú žiaci základných škôl. *Studia paedagogica*, 16(2), 75–88.

- Prokop, P., Prokop, M., & Tunnicliffe, S. D. (2007). Is biology boring? Student attitudes toward biology. *Journal of Biological Education*, 42(1), 36–39.
- Prokop, P., Tuncer, G., & Chudá, J. (2007). Slovakian students' attitudes toward biology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4), 287–295.
- Prokop, P., Tuncer, G., & Kvasnicak, R. (2007). Short-Term Effects of Field Programme on Students' Knowledge and Attitude toward Biology: A Slovak Experience. *Journal of Science Education and Technology*, 16(3), 247–255.
- Příbylová, A. (2014). Návrh a otestování výukových materiálů k terénní exkurzi do oblasti Brd. Diplomová práce, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze.
- Přírodovědci.cz nabídka služeb. Dostupné 25. červenec 2015, z <https://www.prirodovedci.cz/eduweb/ucitel/katalog/?st=2&sec=1&c=2>
- Pulkrábková, K. (2008). Multimediální pomůcka pro výuku mikrobiologie na 2. stupni ZŠ a gymnáziích. Diplomová práce, Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze.
- Puttick, G., Drayton, B., & Cohen, E. (2015). A Study of the Literature on Lab-Based Instruction in Biology. *American Biology Teacher*, 77(1), 12–18. <http://doi.org/10.1525/abt.2015.77.1.3>
- Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. (2007). Výzkumný ústav pedagogický v Praze. Dostupné z <http://www.nuv.cz/file/159>
- Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. (2013). MŠMT, Praha. Dostupné z <http://www.nuv.cz/cinnosti/kurikulum-vseobecne-a-odborne-vzdelavani-a-evaluace/ramcove-vzdelavaci-programy/aktualne-platne-zneni-rvp-zv>
- Ramsden, J. M. (1998). Mission impossible?: Can anything be done about attitudes to science? *International Journal of Science Education*, 20(2), 125–137. <http://doi.org/10.1080/0950069980200201>

- Randler, C., Hummel, E., & Prokop, P. (2012). Practical Work at School Reduces Disgust and Fear of Unpopular Animals. *Society & Animals*, 20(1), 61–74. <http://doi.org/10.1163/156853012X614369>
- Rattray, J., & Jones, M. C. (2007). Essential elements of questionnaire design and development. *Journal of clinical nursing*, 16(2), 234–243.
- Rennie, L. J., Goodrum, D., & Hackling, M. (2001). Science Teaching and Learning in Australian Schools: Results of a National Study. *Research in Science Education*, 31(4), 455–498. <http://doi.org/10.1023/A:1013171905815>
- Riess, F. (2000). Problems with German Science Education. *Science & Education*, 9(4), 327–331. <http://doi.org/10.1023/A:1008712329753>
- Robinson, V. (2011). *Student-Centered Leadership*. John Wiley & Sons.
- Rocard, M. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe* (European Commission, Directorate-General for Research, Science, Economy and Society, Information and Communication Unit). Brussels: Office for Official Publications of the European Communities. Dostupné z http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Rokos, L., Závodská, R., Bílá, M., & Řeháčková, L. (2013). The respondent - secondary school and university student and the primary biological education. *Journal of International Scientific Publication: Educational Alternatives*, (11), 334–344.
- Rusek, M. (2014). Projektové vyučování v Přírodovědných Předmětech: Projekt hodný Pozornosti. *Chemagazín*, 24(1), 28–29.
- Saad, S. T. O., & Carvalho, H. F. (2015). Motivating medical students to learn basic science concepts using chronic myeloid leukemia as an integration theme. *Revista*

Brasileira de Hematologia e Hemoterapia, 37(1), 63–66.

<http://doi.org/10.1016/j.bjhh.2014.08.002>

Saleh, I. M., & Khine, M. S. (2011). *Attitude Research in Science Education: Classic and Contemporary Measurements*. IAP. Dostupné z

<http://www.google.com/books?hl=cs&lr=&id=Ew7x3sKSJvsC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Attitude+Research+in+Science+Education+Classic+and+Contemporary+Measurements&ots=JGbUsprnoQ&sig=clRJy6Kl2HfLJy5GQXckEcl8voc>

Salmi, H. (2003). Science centres as learning laboratories: experiences of Heureka, the Finnish Science Centre. *International Journal of Technology Management*, 25(5), 460–476.

Sanger, M. J., Brecheisen, D. M., & Hynek, B. M. (2001). Can Computer Animations Affect College Biology Students' Conceptions About Diffusion & Osmosis? *The American Biology Teacher*, 63(2), 104–109. [http://doi.org/10.1662/0002-7685\(2001\)063\[0104:CCAACB\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1662/0002-7685(2001)063[0104:CCAACB]2.0.CO;2)

Sdružení TEREZA. *Badatelé*. Dostupné z <http://badatele.cz/cz>

Sellmann, D., & Bogner, F. X. (2012). Effects of a 1-day environmental education intervention on environmental attitudes and connectedness with nature. *European Journal of Psychology of Education*, 28, 1–10. <http://doi.org/10.1007/s10212-012-0155-0>

Shedlosky-Shoemaker, R., & Fautch, J. M. (2015). Who Leaves, Who Stays? Psychological Predictors of Undergraduate Chemistry Students' Persistence. *Journal of Chemical Education*, 92(3), 408–414. <http://doi.org/10.1021/ed500571j>

Shilling, R. (2015). Why We Need a DARPA for Education. *Scientific American*, 312(4), 10.

- Shipley, G. (2010). Creating Clay Models of a Human Torso as an Alternative to Dissection. *American Biology Teacher*, 72(3), 146–147.
- Scharfenberg, F.-J., & Bogner, F. X. (2011). A New Two-Step Approach for Hands-On Teaching of Gene Technology: Effects on Students' Activities During Experimentation in an Outreach Gene Technology Lab. *Research in Science Education*, 41(4), 505–523. <http://doi.org/10.1007/s11165-010-9177-2>
- Scharfenberg, F.-J., & Bogner, F. X. (2013a). Instructional Efficiency of Tutoring in an Outreach Gene Technology Laboratory. *Research in Science Education*, 43(3), 1267–1288. <http://doi.org/10.1007/s11165-012-9309-y>
- Scharfenberg, F.-J., & Bogner, F. X. (2013b). Teaching Gene Technology in an Outreach Lab: Students' Assigned Cognitive Load Clusters and the Clusters' Relationships to Learner Characteristics, Laboratory Variables, and Cognitive Achievement. *Research in Science Education*, 43(1), 141–161. <http://doi.org/10.1007/s11165-011-9251-4>
- Scharfenberg, F.-J., Bogner, F. X., & Klautke, S. (2007). Learning in a gene technology laboratory with educational focus: Results of a teaching unit with authentic experiments. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 35(1), 28–39. <http://doi.org/10.1002/bmb.1>
- Schibeci, R. A., & Riley, J. P. (1986). Influence of students' background and perceptions on science attitudes and achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(3), 177–187. <http://doi.org/10.1002/tea.3660230302>
- Schwartz-Bloom, R. D., & Halpin, M. J. (2003). Integrating pharmacology topics in high school biology and chemistry classes improves performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 922–938. <http://doi.org/10.1002/tea.10116>

- Silva, H., Pinho, R., Lopes, L., Nogueira, A. J. A., & Silveira, P. (2011). Illustrated plant identification keys: An interactive tool to learn botany. *Computers & Education*, 56(4), 969–973. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.11.011>
- Silverstein, S. C., Dubner, J., Miller, J., Glied, S., & Loike, J. D. (2009). Teachers' Participation in Research Programs Improves Their Students' Achievement in. *Science*, 326(5951), 440–442. <http://doi.org/10.1126/science.1177344>
- Simpson, R. D., & Oliver, J. S. (1985). Attitude toward science and achievement motivation profiles of male and female science students in grades six through ten. *Science Education*, 69(4), 511–525. <http://doi.org/10.1002/sce.3730690407>
- Simpson, R. D., & Oliver, J. S. (1990). A summary of major influences on attitude toward and achievement in science among adolescent students. *Science Education*, 74(1), 1–18. <http://doi.org/10.1002/sce.3730740102> Podle Kubiátko, M. (2014). *Vplyv rôznych faktorov na postoje žiakov základných škôl k prírodovedným predmetom*. Brno: Masarykova univerzita. 183 s.
- Sinatra, G. M., Heddy, B. C., & Lombardi, D. (2015). The Challenges of Defining and Measuring Student Engagement in Science. *Educational Psychologist*, 50(1), 1–13. <http://doi.org/10.1080/00461520.2014.1002924>
- Singule, F. (1992). *Současné pedagogické smery a jejich psychologické souvislosti*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 56 s.
- Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2010). The ROSE project: An overview and key findings. *Oslo: University of Oslo*. Dostupné z <http://www.cemf.ca/%5C/PDFs/SjobergSchreinerOverview2010.pdf>
- Skýbová, J. (2009). *Environmentální výchovné projekty a ekologické hry ve školní a mimoškolní praxi*. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze. 44 s.

- Smékal, V. (2002). *Pozvání do psychologie osobnosti*. Brno: Barrister & Principal.
Dostupné z <http://www.kosmas.cz/knihy/103669/pozvani-do-psychologie-osobnosti/>
- Srinivasan. (1998). Exploring the limitations of the 'DNA as a videotape' analogy. *Journal of Biological Education*, 33(1), 42–44.
<http://doi.org/10.1080/00219266.1998.9655636>
- Staer, H., Goodrum, D., & Hackling, D. M. (1998). High school laboratory work in Western Australia: Openness to inquiry. *Research in Science Education*, 28(2), 219–228. <http://doi.org/10.1007/BF02462906>
- Stark, R., & Gray, D. (1999). Gender preferences in learning science. *International Journal of Science Education*, 21(6), 633–643.
<http://doi.org/10.1080/095006999290480>
- Staziński, W. (1988). Biological competitions and Biological Olympiads as a means of developing students' interest in biology. *International Journal of Science Education*, 10(2), 171–177. <http://doi.org/10.1080/0950069880100205>
- Stein, S. J., & McRobbie, A. P. C. J. (1997). Students' conceptions of science across the years of schooling. *Research in Science Education*, 27(4), 611–628.
<http://doi.org/10.1007/BF02461484>
- Stohr-Hunt, P. M. (1996). An analysis of frequency of hands-on experience and science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 101–109.
- Sturm, B. (2009). The drama of science. *Science in School*, (13), 29–33.
- Sullins, E. S., Hernandez, D., Fuller, C., & Tashiro, J. S. (1995). Predicting who will major in a science discipline: Expectancy – value theory as part of an ecological model for studying academic communities. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(1), 99–119. <http://doi.org/10.1002/tea.3660320109>
- Podle Kubiátko, M. (2014). *Vplyv*

různých faktorů na postoje žáků základních škol k přírodovědným předmětům.

Brno: Masarykova univerzita. 183 s.

Szeberényi, J. (2013). Problem-solving test: Digestion of a plasmid with restriction endonucleases. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 41(3), 189–190.

<http://doi.org/10.1002/bmb.20700>

Škoda, J., & Doulik, P. (2009). Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání.

Pedagogická orientace, 24–44.

Školní projekty, Přírodní škola. Dostupné 1. červenec 2015, z

<http://www.prirodniskola.cz/o-skole/skolni-projekty/>

Šorgo, A., & Spornjak, A. (2012). Practical Work in Biology, Chemistry and Physics at

Lower Secondary and General Upper Secondary Schools in Slovenia. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8(1), 11–19.

Šorgo, A., Verčkovnik, T., & Kocijančič, S. (2010). Information and communication technologies (ICT) in biology teaching in Slovenian secondary schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(1), 37–46.

Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 6(1), 37–46.

Švancara, J. (1973). *Emoce, city a motivace*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 179

s.

Švandová, K., & Kubiátko, M. (2012). Faktory ovlivňující postoje studentů gymnázií k

vyučovacímu předmětu chemie. *Scientia in educatione*, 3(2). Dostupné z

<http://www.scied.cz/index.php/scied/article/view/37>

Švaříček, R., & Šedřová, K. (2007). *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Praha:

Portál. 340 s.

Švecová, M. (2002). Školní projekty a možnosti jejich začlenění do výuky přírodopisu a

biologie. *Biologie Chemie Zeměpis*, 11(3), 116–118.

- Tamburini, F., Kelly, T., Weerapana, E., & Byers, J. A. (2014). Paper to Plastics: An Interdisciplinary Summer Outreach Project in Sustainability. *Journal of Chemical Education*, 91(10), 1574–1579. <http://doi.org/10.1021/ed400892t>
- Tamir, P., Stavy, R., & Ratner, N. (1998). Teaching science by inquiry: assessment and learning. *Journal of Biological Education*, 33(1), 27–32. <http://doi.org/10.1080/00219266.1998.9655633>
- Tan, A. L., & Hong, H. (2014). Learning Science in High School: What Is Actually Going On? *International Journal of Science Education*, 36(4), 677–692. <http://doi.org/10.1080/09500693.2013.823676>
- Tellinghuisen, P., Sexton, J., & Shelvin, R. (2011). Breeding dragons: investigating Mendelian inheritance. *Science in School*, (18), 40–44.
- Thompson, J., & Soyibo, K. (2002). Effects of lecture, teacher demonstrations, discussion and practical work on 10th graders' attitudes to chemistry and understanding of electrolysis. *Research in Science & Technological Education*, 20(1), 25–37.
- Thurstone, L. L. (1928). Attitudes Can Be Measured. *American Journal of Sociology*, 33(4), 529–554.
- Tichý, F. (2012). *Přírodní škola - cesta jako cíl*. Praha: Geum. 303 s.
- Tindall, T., & Hamil, B. (2004). Gender disparity in science education: The causes, consequences, and solutions. *Education*, 125(2), 282.
- Tobin, K. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90(5), 403–418.
- Podle Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2003). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88(1), 28–54.

- Tomazic, I., & Vidic, T. (2012). Future Science Teachers' Understandings of Diffusion and Osmosis Concepts. *Journal of Biological Education*, 46(2), 66–71. <http://doi.org/10.1080/00219266.2011.617765>
- Tretter, T. R., & Jones, M. G. (2003). Relationships Between Inquiry-Based Teaching and Physical Science Standardized Test Scores. *School Science and Mathematics*, 103(7), 345–350. <http://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2003.tb18211.x>
- Trna, J. (2005). Nastává éra mezioborových didaktik? *Pedagogická orientace*, 15(1), 89–97.
- Trumper, R. (2006). Factors affecting junior high school students' interest in biology. *Science Education International*, 17(1), 31–48.
- Tsui, C.-Y., & Treagust, D. (2003). Learning genetics with computer dragons. *Journal of Biological Education*, 37(2), 96–98. <http://doi.org/10.1080/00219266.2003.9655859>
- Tsui, C.-Y., & Treagust, D. F. (2007). Understanding genetics: Analysis of secondary students' conceptual status. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 205–235. <http://doi.org/10.1002/tea.20116>
- Tunncliffe, S. D., & Ueckert, C. (2011). Early biology: the critical years for learning. *Journal of Biological Education*, 45(4), 173–175. <http://doi.org/10.1080/00219266.2010.548873>
- Tyler-Wood, T., Ellison, A., Lim, O., & Periathiruvadi, S. (2011). Bringing Up Girls in Science (BUGS): The Effectiveness of an Afterschool Environmental Science Program for Increasing Female Students' Interest in Science Careers. *Journal of Science Education and Technology*, 21(1), 46–55. <http://doi.org/10.1007/s10956-011-9279-2>

- Tytler, R. (2007). Re-Imagining Science Education : Engaging students in science for Australia's future. *Australian Education Review*, (51). Dostupné z <http://research.acer.edu.au/aer/3>
- Uitto, A. (2014). Interest, Attitudes and Self-Efficacy Beliefs Explaining Upper-Secondary School Students' Orientation Towards Biology-Related Careers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(6), 1425–1444. <http://doi.org/10.1007/s10763-014-9516-2>
- Uitto, A., Juuti, K., Lavonen, J., & Meisalo, V. (2006). Students' interest in biology and their out-of-school experiences. *Journal of Biological Education*, 40(3), 124–129. <http://doi.org/10.1080/00219266.2006.9656029>
- Uitto, A., & Kärnä, P. (2014). Teaching Methods Enhancing Grade Nine Students' Performance and Attitudes towards Biology. In *10th Conference of the European Science Education Research Association, Proceedings* (Roč. 10, s. 67–73). Cyprus. Dostupné z http://www.esera.org/media/eBook_2013/strand%202/Anna_Uitto_16Nov2013.pdf
- Ušáková, K., & Szabóová, Z. (1992). Problémové vyučovanie v biológii. *Pedagogická revue*, 44(10), 761–770.
- Ušáková, K., & Višňovská, J. (2009). Bude nová učebnica biológie funkčný nástroj pre učiteľov a žiakov? *Biológia, ekológia, chémia*, 13(1-2), 2–6.
- Vačkářová, K. (2015). Využití výukových CD-ROMů při hodinách přírodopisu a biologie na ZŠ a SŠ. Rigorózní práce. Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze.
- van den Berg, E. (2013). Didaktická znalost obsahu v laboratorní výuce: Od práce s přístroji k práci s myšlenkami. *Scientia in Educatione*, 4(2), 74–92.
- Vařejka, P. (2006). Kabinet pro modernizaci výuky biologie? - Proč ne! *Biologie Chemie Zeměpis*, 15(5), 231.

- Venville, G., & Donovan, J. (2006). Analogies for life: a subjective view of analogies and metaphors used to teach about genes and DNA. *Teaching Science: The Journal of the Australian Science Teachers Association*, 52(1), 18–22.
- Veselský, M., & Hrubíšková, H. (2009). Zájem žáků o učební předmět chemie. *Pedagogická orientace*, (3), 45–64.
- Vlčková, J., & Kubiátko, M. (2014). Přírodopis v očích žáků 2. stupně základních škol. *e-Pedagogium*, 14(1), 20–37.
- Vohra, C. F. (2000). Changing trends in biology education. In *BioEd International Symposium on Biology Education, UNESCO and IUBS* (s. 15–18). Dostupné z <http://intl.concord.org/cbe/trends.html>
- von Roten, F. C. (2004). Gender Differences in Attitudes toward Science in Switzerland. *Public Understanding of Science*, 13(2), 191–199. <http://doi.org/10.1177/0963662504043870>
- Wake, M. H. (2008). Integrative Biology: Science for the 21st Century. *BioScience*, 58(4), 349–353. <http://doi.org/10.1641/B580410>
- Wallace-Müller, K. (2011). The DNA detective game. *Science in School*, (19), 30–35.
- Wei, B. (2009). In Search of Meaningful Integration: The experiences of developing integrated science curricula in junior secondary schools in China. *International Journal of Science Education*, 31(2), 259–277. <http://doi.org/10.1080/09500690701687430>
- Weinburgh, M. (1995). Gender differences in student attitudes toward science: A meta-analysis of the literature from 1970 to 1991. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(4), 387–398. <http://doi.org/10.1002/tea.3660320407>
- Wellington, J. (2002). *Practical Work in School Science: Which Way Now?* London: Routledge. Dostupné z

http://www.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=2ZqOYcavPrEC&oi=fnd&pg=PR8&dq=wellington+practical+work+in+science&ots=z6mxSdhxCR&sig=izxu5SGRfZT_0o aMnnnlzVViruw&redir_esc=y#v=onepage&q=wellington%20practical%20work%20in%20science&f=false

Wellington, J. (2005). Practical Work and the Affective Domain: What Do We Know, What Should We Ask, and What is Worth Exploring Further? In W. W. Cobern, K. Tobin, H. Brown-Acquay, M. Espinet, G. Irzik, O. Jegede, ... S. Alsop (Ed.), *Beyond Cartesian Dualism* (s. 99–109). Springer Netherlands. Dostupné z http://link.springer.com/chapter/10.1007/1-4020-3808-9_8

White Wolf Consulting. (2009). *Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory*. Dostupné z http://vzdelavani.unas.cz/duvody_nezajmu_obory.pdf

Wilkinson, J., & Ward, M. (1997). A comparative study of students' and their teacher's perceptions of laboratory work in secondary schools. *Research in Science Education*, 27(4), 599–610.

Wolf, S. J., & Fraser, B. J. (2007). Learning Environment, Attitudes and Achievement among Middle-school Science Students Using Inquiry-based Laboratory Activities. *Research in Science Education*, 38(3), 321–341. <http://doi.org/10.1007/s11165-007-9052-y>

Wood, L., & Gebhardt, P. (2013). Bioinformatics Goes to School—New Avenues for Teaching Contemporary Biology. *PLoS Comput Biol*, 9(6), e1003089. <http://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003089>

Wood-Robinson, C., Lewis, J., & Leach, J. (2000). Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. *Journal of Biological Education*, 35(1), 29–36. <http://doi.org/10.1080/00219266.2000.9655732>

- Woody, S., & Himelblau, E. (2013). Understanding & Teaching Genetics Using Analogies. *The American Biology Teacher*, 75(9), 664–669.
<http://doi.org/10.1525/abt.2013.75.9.7>
- Younès, T. (2000). Biological Education: Challenges of the 21 st Century. *Biology International*, 39, 8–13.
- Zeidan, A. (2010). The Relationship Between Grade 11 Palestinian Attitudes Toward Biology and Their Perceptions of the Biology Learning Environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(5), 783–800.
<http://doi.org/10.1007/s10763-009-9185-8>
- Zembylas, M. (2005). Three perspectives on linking the cognitive and the emotional in science learning: Conceptual change, socio-constructivism and poststructuralism. Dostupné z <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/03057260508560215>
- Zhang, B., & Misiak, J. (2015). Evaluating Three Grading Methods in Middle School Science Classrooms. *Journal of Baltic Science Education*, 14(2), 207–215.
- Zoldosova, K., & Prokop, P. (2006). Education in the Field Influences Children's Ideas and Interest toward Science. *Journal of Science Education and Technology*, 15(3-4), 304–313. <http://doi.org/10.1007/s10956-006-9017-3>