

Univerzita Karlova

Přírodovědecká fakulta

Katedra učitelství a didaktiky chemie

Doktorský studijní program: Didaktika chemie

Studijní obor: Didaktika chemie



**Vliv badatelsky orientované výuky na žáky
v předmětech chemie a přírodopis**

*The impact of inquiry-based science education in
chemistry and biology*

Disertační práce

Mgr. Hana Sloupová

Vedoucí práce: **RNDr. Milada Teplá, Ph.D.**

Praha 2021

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem disertační práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Milady Teplé, Ph.D. Řádně jsem odcitovala a uvedla v seznamu všechny použité prameny, informační zdroje a literaturu.

Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne:

Hana Sloupová

Zde bych velmi ráda poděkovala vedoucí práce RNDr. Miladě Teplé, Ph.D. za cenné rady, trpělivou pomoc a ochotu během sepisování disertační práce. Dále bych ráda poděkovala pracovníkům Katedry učitelství a didaktiky chemie PřF UK za podporu a všem, kteří pomohli radou, nebo kritickou poznámkou. Závěrem chci poděkovat své rodině za nesmírnou trpělivost během celého mého studia.

Abstrakt

Hlavním cílem práce bylo zjistit, jaký vliv má používání badatelsky orientované výuky na vnitřní motivaci žáků a na úroveň získaných poznatků na úrovni ISCED 2. Z toho důvodu byla navržena dvě na sebe navazující výzkumná šetření.

První výzkumné šetření sledovalo, jak žáci vnímají začlenění navržené badatelské úlohy do výuky ve vztahu k jejich vnitřní motivaci, jak toto vnímání ovlivňuje typ školy či pohlaví žáka a zda existuje vztah mezi pozorovanými škálami vnitřní motivace v rámci realizace navržené badatelské úlohy ve školní praxi.

Druhé výzkumné šetření sledovalo vliv badatelsky orientovaných úloh na žáky v porovnání s tradičně vedenými laboratorními pracemi. Žáci byli rozděleni na kontrolní a experimentální skupinu. Nejprve se zjišťovalo, zda existuje statisticky významný rozdíl mezi kontrolní a experimentální skupinou ve vztahu k vnitřní motivaci žáků v tradičně pojatých laboratorních činnostech na počátku výzkumu bez implementace badatelsky orientovaných úloh do výuky a zda je tento rozdíl věcně významný. Následně byl sledován statisticky významný rozdíl mezi kontrolní a experimentální skupinou ve vztahu k vnitřní motivaci žáků po začlenění badatelských úloh u experimentální skupiny. Zároveň bylo sledováno, zda existuje statisticky významný rozdíl v dosažené úrovni získaných poznatků mezi žáky kontrolní a experimentální skupiny.

Implementace úlohy do výuky byla hodnocena jak z hlediska pozorování práce žáků v rámci laboratorního cvičení, tak prostřednictvím standardizovaného dotazníku: Intrinsic Motivation Inventory (Dotazník vnitřní motivace) (McAuley, Duncan, & Tammen, 1989; Ryan, 1982). Získaná data z realizovaného dotazníkového šetření byla zpracována statistickým programem IBM SPSS Statistics 25 (IBM Corp., 2017) za použití vybraných statistických metod.

Výsledky statistického zpracování odhalily, že začlenění badatelských úloh do výuky v porovnání s tradičně pojatými laboratorními činnostmi v předmětu chemie snižuje zájem žáka o laboratorní činnost, zvyšuje tlak na dívky a snižuje jejich ochotu vkládat úsilí do průběhu výuky. Na druhou stranu v předmětu přírodopis má začlenění badatelských úloh pozitivní vliv na pocitování tlaku (žáci se cítili být uvolnění). Co se týče úrovně získaných poznatků, bylo zjištěno, že začlenění badatelských úloh má pozitivní vliv na dlouhodobější uchování zjištěných poznatků.

Klíčová slova: Badatelsky orientovaná výuka, Vnitřní motivace žáků, Dotazník IMI, Výuka chemie, Výuka přírodopisu

Abstract

The main target of the thesis is to find the impact of using inquiry-based science education (IBSE) on pupils' inner motivation and the level of knowledge gained for ISCED 2. To reach that, two consecutive research surveys have been held.

In the first part the reaction of pupils to including an IBSE task into a regular lesson has been observed. The impact on their inner motivation has been studied. The correlation between various factors (e.g. type of school, sex) and their changes in inner motivation on observed scales has been evaluated.

In the second part, the existence of statistically significant difference between experimental and control group relating the motivation of pupils to do ordinary laboratory tasks has been questioned. That was studied also after implementation of IBSE. The level of knowledge of all the pupils was examined in a similar way.

Implementation of IBSE itself was evaluated by an observation of pupils while performing the implemented task as well as by standardized questionnaire Intrinsic Motivation Inventory (IMI) (McAuley et al., 1989; Ryan, 1982). Acquired data have been processed by specialised software IBM SPSS Statistics 25 (IBM Corp., 2017), choosing suitable statistical methods.

The results have shown that implementing IBSE tasks in chemistry education decreases the pupils' interest, puts girls under bigger pressure and lowers their willingness to participate in the educational process in comparison with conventional teaching practice. On the other hand, introducing IBSE into biology lessons had a positive effect on the feeling of pressure (students felt more relaxed). Regarding the level of knowledge gained, introduction of IBSE (compared to traditional laboratory teaching) has been found to help students with strengthening their knowledge in the long-time horizon.

Key words: Inquiry based science education, Internal motivation of pupils, IMI questionnaire, Chemistry teaching, Science teaching

Seznam použitých zkratk:

ASSIST-ME – (Assess Inquiry in Science, Technology and Mathematics Education, 2013–2016)

BOV – badatelsky orientovaná výuka

ČSÚ – Český statistický úřad

ČŠI – Česká školní inspekce

ESTABLISH – (European Science and Technology in Action: Building Links with Industry, Schools and Home, 2010–13)

EU – Evropská unie

FASMED – (Improving Progress for Lower Achievers through Formative Assessment in Science and Mathematics Education, 2014–2016)

FIBONACCI – projekt k šíření badatelsky orientovaného způsobu vyučování matematiky (IBSME, 2010–2013)

IBE – badatelsky orientovaná výuka (z angl. inquiry-based education)

IBI – badatelsky orientovaná výuka (z angl. inquiry-based instruction)

IBL – badatelsky orientované učení (z angl. inquiry-based learning)

IBSE – badatelsky orientovaná výuka v přírodovědných předmětech (z angl. inquiry-based science education)

IBT – badatelsky orientované vyučování (z angl. inquiry-based teaching)

IEA – International Association for the Evaluation of Educational Achievement (Mezinárodní asociace)

INQUIRE – (INQUIRE – inquiry-based teacher training for a sustainable future, 2010–2013)

IPn – Individuální projekt národní (2009–2012)

ISCED – International Standard Classification of Education (Mezinárodní standardní klasifikace vzdělávání)

MASCIL – (Mathematics and science for life, 2013–2016)

MIND THE GAP – (Mind the gap: learning, teaching, research and policy in inquiry-based science education, 2008–2011)

MŠ – Mateřská škola

MŠMT ČR – Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky

NRC – National Research Council

NSES – National Science Education Standards

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj)

PARRISE – (Promoting Attainment of Responsible Research and Innovation in Science Education, 2014–2017)

PATHWAY – (The Pathway to Inquiry Based Science Teaching, 2011–2013)

PIAAC – Programme for International Assessment of Adult Competencies (Mezinárodní hodnocení kompetencí dospělých)

PISA – Programme for International Student Assessment

POLLEN – projekt, který zavedl ve dvanácti evropských městech BOV do přírodovědných předmětů základních škol, (2006–2009)

PRI-SCI-NET – (Networking Primary Science Educators as a means to provide training and Professional development in Inquiry-Based Teaching, 2011–2014)

PTPO – Podpora technických a přírodovědných oborů (2009–2012)

RVP ZV – Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

SAILS – (Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science, 2012–2015)

S-TEAM – (Science Teacher Education Advanced Methods, 2010–2013)

ŠVP – Školní vzdělávací program

TALIS – (Teaching and Learning International Survey)

TEMI – (Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated, 2013–2016)

TIMSS – (Trends in International Mathematics and Science Study)

VŠ – Vysoká škola

ZŠ – Základní škola

Obsah

1	Úvod, cíle práce a výzkumné otázky.....	13
1.1	Úvod.....	13
1.2	Cíle a výzkumné otázky disertační práce.....	15
2	Teoretická část práce	16
2.1	Vymezení cílové kategorie žáků	17
2.2	Kompetence ve vzdělávání	17
2.2.1	Klíčové kompetence ve vzdělávání	18
2.2.2	Vzdělávání založené na kompetencích	19
2.3	Aktivizační metody	20
2.4	Badatelsky orientovaná výuka	21
2.4.1	Úrovně BOV	25
2.4.2	Učební cyklus 5Z	27
2.4.3	Tradiční vs. badatelsky orientovaná výuka.....	31
2.4.4	Pojetí BOV v kurikulárních dokumentech.....	32
2.4.5	Projekty podporující badatelsky orientovanou výuku	35
2.4.6	Badatelsky orientovaná výuka jako jedna z možných cest k lepším výsledkům z mezinárodního šetření PISA a TIMSS?	39
2.5	Badatelsky orientovaná výuka jako jedna z možných cest k efektivnějšímu vzdělávání?	44
2.5.1	Efektivita vzdělávání	44
2.5.2	Vztah efektivity a kvality výuky.....	44
2.5.3	Motivace žáků jako jeden z indikátorů kvality výuky	46
2.5.4	Vliv badatelsky orientovaného vyučování na kvalitu výuky v přírodovědných předmětech – výsledky vyplývající z doposud zveřejněných výzkumů	48
2.6	Výzkumná metoda a nástroje na zjištění efektivity badatelsky orientované výuky.....	55
2.6.1	Pretesty a posttesty.....	55
2.6.2	Dotazník vnitřní motivace	56

2.6.3	Statistické zpracování dat – zkoumání statistické a věcné významnosti	58
3	Metodologie	59
3.1	Metodologie prvního výzkumného šetření	59
3.1.1	Cíle a výzkumné otázky prvního výzkumného šetření	59
3.1.2	Výzkumný vzorek	60
3.1.3	Výzkumné nástroje	60
3.1.4	Charakteristika badatelské úlohy	60
3.1.5	Implementace navržené úlohy do výuky	65
3.2	Metodologie druhého výzkumného šetření	66
3.2.1	Cíle a výzkumné otázky druhého výzkumného šetření	66
3.2.2	Výzkumný vzorek	67
3.2.3	Výzkumné nástroje	68
3.2.4	Průběh druhého didaktického výzkumu	71
4	Výsledky	72
4.1	Výsledky prvního výzkumného šetření	72
4.2	Výsledky druhého výzkumného šetření	76
4.2.1	Výsledky z dotazníkového šetření	77
4.2.2	Posuzování rozdílů mezi skupinami ve vztahu k dosaženým poznatkům	96
5	Diskuze	109
5.1	Diskuze – teoretická část	109
5.2	Diskuze – první výzkumné šetření	110
5.3	Diskuze – druhé výzkumné šetření	112
6	Závěr	120
7	Použitá literatura	123
8	Přílohy práce	147

1 Úvod, cíle práce a výzkumné otázky

1.1 Úvod

V současné době jsou ve školách žáci a studenti narození po roce 1997 označováni jako generace nového tisíciletí neboli internetová generace Z (Dimock, 2019; Papáček, 2010a). Na rozdíl od předchozích generací X a Y tito žáci bravurně používají mediální a komunikační technologie. Zvládají sociální sítě, pracují s daty, v dané situaci sdílí své myšlenky a názory pomocí různých médií (Veselý, 2019). Psaný projev se však omezil především na psaní mobilních zpráv prostřednictvím mobilních aplikací a vyjadřování emocí a názorů je často spojeno pouze s tzv. „lajkováním“ fotografií či zpráv ostatních.

Velkým problémem je úroveň čtenářské a přírodovědné gramotnosti. Jak vyplývá z Tematické zprávy České školní inspekce (ČŠI) s názvem Rozvoj čtenářské gramotnosti na základních a středních školách ve školním roce 2017/2018, vydané v únoru 2019, průměrná úspěšnost žáků 9. ročníků ZŠ v testu čtenářské gramotnosti činila pouze 45 %. Žáci mají problém orientovat se v textu, tvořit vlastní hypotézy, porozumět psanému textu, vyhledávat si vhodné metody a postupy práce. Jsou zvyklí přijímat informace od druhých, často nechtějí samostatně bádát, objevovat nové postupy a teorie (ČŠI, 2019). K pasivitě jsou žáci vedeni od první třídy, kdy většinou jen sedí v lavicích a poslouchají informace od učitele (Libich, 2014).

Je třeba si uvědomit, že již J. A. Komenský nikde ani v nejmenším nepodceňuje vedoucí úlohu učitele, ale současně vždy počítá s aktivitou žáka. Způsob řízení žákovské aktivity a samostatnosti jen s pomocí slovního poučování a mentorování Komenský zamítá, přednost dává aktivní činnosti a práci žáků, předvádění a napodobování příkladů, neustálému dění (Maňák, 1998). Jedním z přístupů, které činí žáka aktivním a učitele staví spíše do role pasivního pozorovatele, je badatelsky orientovaná výuka (BOV), která vychází z konstruktivistických teorií (Papáček, 2010a). Žáci by se měli naučit problémy řešit a propojovat získané a osvojené informace s praktickými dovednostmi. Tím se zlepší i čtenářská gramotnost a manuální zručnost. Hlavní roli tady musí hrát pedagog, pro kterého je příprava na tuto výuku časově i psychicky velmi náročná, protože musí změnit dlouholeté výukové postupy tak, aby žáky zaujal natolik, že začnou sami přemýšlet, bádát a propojovat získané informace s praxí (Papáček, 2010a).

Problematikou BOV v České republice se mezi prvními začali zabývat Papáček (2010a) a Stuchlíková (2010). Zpočátku vymezili základní terminologické pojmy. Později

Papáček (2010a) hledal příčiny bránící rozvoji BOV a zavedení BOV do běžné výuky (Činčera, 2014).

Bylo sepsáno již mnoho příspěvků, které se problematikou BOV zabývaly. Rovněž bylo v rámci závěrečných prací či výstupů několika evropských projektů, např. projekt Establish (European Science and Technology in Action, 7th FP EU, 2010–2014) či TEMI (Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated, 7th FP EU, 2013–2016) vytvořeno značné množství materiálů, které byly určeny přímo pro BOV v přírodovědných předmětech. Tyto materiály jsou vhodným podnětem pro realizaci takové výuky v praxi. Otázkou však zůstává, jak se tyto materiály osvědčí přímo ve školní praxi a jaký vliv má jejich implementace do českého vzdělávání přímo na žáky, konkrétně na jejich motivaci a pochopitelně též znalosti.

Disertační práce se zaměřuje na zjišťování vlivu začlenění badatelsky orientované výuky na vnitřní motivaci žáků a taktéž na úroveň nabytých poznatků na úrovni ISCED 2 (International Standard Classification of Education, 2011), tedy pro oblast nižšího sekundárního vzdělávání.

1.2 Cíle a výzkumné otázky disertační práce

Hlavním cílem disertační práce je zjistit, jaký vliv má používání badatelsky orientované výuky na vnitřní motivaci žáků a na úroveň získaných poznatků na úrovni ISCED 2.

Taktéž byly stanoveny dílčí cíle disertační práce, jejichž naplnění vede ke splnění cíle hlavního:

1. na základě rešerše relevantní literatury popsat teoretická východiska práce;
2. navrhnout badatelsky orientovanou úlohu a následně ji implementovat do školní praxe;
3. na základě experimentální a kontrolní skupiny provést pedagogický experiment, jehož cílem bude zjistit vliv BOV na motivaci žáků a na úroveň získaných poznatků ve srovnání s tradičně vedenou laboratorní výukou.

Vzhledem k výše uvedenému cíli práce byly stanoveny dvě hlavní výzkumné otázky:

1. Jaký vliv má implementace badatelsky orientované výuky do školního vzdělávání na vnitřní motivaci žáků ve srovnání s tradičně vedenou laboratorní výukou?
2. Jaký vliv má implementace badatelsky orientované výuky do školního vzdělávání na úroveň získaných poznatků ve srovnání s tradičně vedenou laboratorní výukou?

Výzkumné otázky byly v rámci výzkumného šetření blíže specifikovány (viz kap. 3.1.1, kap. 3.2.1).

2 Teoretická část práce

Teoretická část práce je pro větší přehlednost rozčleněna do šesti kapitol.

První kapitola vymezuje cílovou kategorii žáků, na kterou byly v práci navržené výzkumy zaměřeny.

Druhá kapitola se zabývá kompetencemi ve vzdělávání, jejich rozdělením a využitím ve výuce. Popisuje vzdělávání založené na kompetencích, jejich tvorbu a vliv přírodovědných úloh na rozvoj kompetencí v České republice.

Třetí kapitola se věnuje aktivizačním metodám. Kapitola popisuje nutnost prosazování použití těchto metod ve výuce. Snahou je změnit pasivního žáka na aktivního, probudit v něm zájem a zapojit jeho samotného do vzdělávacího procesu, čímž může dojít právě k rozvoji klíčových kompetencí.

Čtvrtá kapitola se zabývá badatelsky orientovanou výukou (BOV), která je založena na aktivní činnosti žáka ve vzdělávacím procesu, upozaďuje roli učitele a staví do středu dění žáka, který se stává aktivním účastníkem vzdělávacího procesu. Jsou zde vysvětleny základní pojmy, jednotlivé úrovně, učební cyklus 5Z a porovnání s tradiční výukou. Kapitola se též zabývá pojetím BOV v kurikulárních dokumentech a popisuje projekty, které se v posledních letech zaměřovaly na propagaci této výuky na základních i středních školách u nás i v zahraničí. Jejich hlavním cílem bylo zvýšit zájem žáků a studentů o přírodovědné předměty se začleněním badatelsky orientované výuky.

Pátá kapitola se zabývá vlivem badatelsky orientované výuky na efektivitu vzdělávání. Součástí kapitoly je kromě vymezení základních pojmů (efektivita, kvalita výuky, motivace) též shrnutí v současné době zveřejněných výzkumných prací, které se zabývaly efektivitou badatelsky orientované výuky ve vztahu k žákovi a byly realizovány jak v zahraničí, tak u nás.

Šestá kapitola stručně představuje popis v disertační práci použitých výzkumných metod a výzkumných nástrojů. Vzhledem k tomu, že se výzkumná část práce opírá o výsledky kvantitativního výzkumu, jsou v této kapitole shrnuty použité statistické metody a dále jsou vysvětleny pojmy statistická a věcná významnost.

2.1 Vymezení cílové kategorie žáků

System vzdělávání vychází ze školského zákona a umožňuje postupné získávání kvalifikace na jednotlivých stupních školní docházky. Druhý stupeň základní školy, 1.– 4. ročník osmiletých a 1. – 2. ročník šestiletých středních škol patří do nižšího stupně sekundárního vzdělávání, označovaný jako ISCED 2 (International Standard Classification of Education – Mezinárodní standardní klasifikace vzdělávání). Tuto klasifikaci schválilo UNESCO v roce 1976 (ČSÚ, 2014).

Vzdělávací program ISCED 2 se skládá z více předmětů, které vyučují aprobovaní učitelé. V jedné třídě vyučuje více specializovaných učitelů. Konec této úrovně většinou souhlasí s ukončením povinné školní docházky. Úrovně (ISCED 1 – první stupeň základní školy, ISCED 2 – druhý stupeň základní školy, ISCED 3 – střední škola...) pro české školství vznikly v roce 2013 a od roku 2016 je používá Český statistický úřad (ČSÚ) pro vyhodnocování současného stavu vzdělávacího systému (Straková, 2016).

V rámci disertační práce navržené a následně realizované pedagogické výzkumy byly cíleny na vzdělávací úroveň ISCED 2.

2.2 Kompetence ve vzdělávání

K vysvětlení pojmu „kompetence“, případně „klíčové kompetence“ existuje více obdobných definic:

„Kompetence je schopnost, způsobilost, kvalifikace.“ (Hartl & Hartlová, 2010, s. 256)

„Klíčové kompetence představují souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot, důležitých pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti.“ (Belz & Siegrist, 2001, s. 375)

„Kompetence je souhrn znalostí, dovedností, motivů a postojů, které se vzájemně prolínají a umožňují řešení vznikajících úkolů.“ (Hrmo & Turek, 2003, s. 20)

Pojem kompetence neboli klíčové kompetence se snažili definovat ekonomové, psychologové, filozofové, pedagogové i sociologové. Všichni se shodli na tom, že jednotná definice neexistuje (Blaško, 2010).

Pedagogové definují klíčové kompetence jako: *„souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti. Jejich výběr a pojetí vychází z hodnot obecně přijímaných ve společnosti a z obecně sdílených představ o tom, které kompetence jedince přispívají k jeho*

vzdělávání, spokojenému a úspěšnému životu a k posilování funkcí občanské společnosti.“ (Havličková & Žárská, 2012, s. 10)

2.2.1 Klíčové kompetence ve vzdělávání

Rada Evropské unie s ohledem na Smlouvu o fungování Evropské unie vydala 18. května 2018 v Bruselu vyjádření o klíčových kompetencích pro celoživotní učení. Toto doporučení nahrazuje doporučení Evropského parlamentu a Rady ze dne 18. prosince 2006 o klíčových schopnostech pro celoživotní učení. Z doporučení vychází důležité body související se vzděláváním (Rada Evropské unie, 2018, s. 2):

1. *„Mezinárodní průzkumy, např. průzkumy Programu Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD) pro mezinárodní hodnocení žáků (PISA) nebo Programu OECD pro mezinárodní hodnocení kompetencí dospělých (PIAAC), současně ukazují trvale vysoký podíl teenagerů a dospělých osob s nedostatečnými základními dovednostmi. V roce 2015 měl každý pátý žák vážné potíže s osvojením dostatečných dovedností ve čtení, matematice nebo přírodních vědách.“* (Auld, Rappleye, & Morris, 2019; Blažek & Příhodová, 2016; OECD, 2019) *„V některých zemích až jedna třetina dospělých dosahuje, pokud jde o dovednosti ve čtení, psaní a matematiku, pouze nejnižší úrovně.“* (Evropská komise, 2012; Evropská komise, 2016a, 2016b) *„Přibližně 44 % populace Unie má malé nebo nemá žádné (19 %) digitální dovednosti.“* (Evropská komise, 2017)
2. *„Investování do základních dovedností se tedy stalo důležitější než kdykoli jindy. Vysoce kvalitní vzdělávání, včetně mimoškolních aktivit a širokého přístupu k rozvoji kompetencí, zlepšuje úroveň dosahování výsledků v základních dovednostech. Kromě toho je třeba pro společnost, která je stále více mobilní a digitální, prozkoumat nové způsoby učení.“* (Evropská komise, 2016b; Evropská komise, 2017) *„Digitální technologie mají dopad na vzdělávání, odbornou přípravu a učení tím, že rozvíjejí flexibilnější vzdělávací prostředí přizpůsobené potřebám vysoce mobilní společnosti.“* (Evropská komise, 2012)
3. *„V nové agendě dovedností pro Evropu (Evropská komise, 2016b) byl oznámen přezkum doporučení o klíčových schopnostech pro celoživotní učení z roku 2006, přičemž bylo potvrzeno, že investování do dovedností a kompetencí a do sdíleného a aktualizovaného pojetí klíčových kompetencí je prvním krokem pro podporu vzdělávání, odborné přípravy a neformálního učení v Evropě.“*

Cílem vzdělávání je působit na žáky souborem klíčových kompetencí na úrovni přiměřené jejich věku vzdělávání (úrovně ISCED 2) a připravit je tak na další vzdělávání (ISCED 3).

Rada Evropské unie doporučila osm kompetencí potřebných pro osobní rozvoj:

1. Komunikace v mateřském jazyce
2. Komunikace v cizím jazyce
3. Matematická kompetence a kompetence ve vědě, technologii a strojírenství
4. Digitální kompetence
5. Osobní, sociální a učící se schopnosti učít se
6. Občanská kompetence
7. Kompetence v podnikání
8. Kulturní povědomí a schopnost vyjadřování

U žáků všech věkových kategorií by měl probíhat rozvoj klíčových kompetencí nepřetržitě. Tyto kompetence by se měly rozvíjet nejen ve školských zařízeních, ale i mimo školu. Osvojování klíčových kompetencí je celoživotní proces. Proces osvojování začíná u dětí předškolního věku, stále se rozvíjí a zdokonaluje po celý život (Siváková, Ganajová, Čtrnáctová, & Sotáková, 2018).

2.2.2 Vzdělávání založené na kompetencích

Vzdělávání založené na kompetencích je v současné době jedním z nejaktuálnějších témat.

Například v USA se snaží o zavádění státních standardů založených na důslednosti, umožňujících posun od tradičních předpokladů (jak musí učitelé učit, jak se musí žáci vzdělávat, jak mají vypadat budovy, zvonění, kredity a zastaralé výukové materiály, které již nejsou dostatečné k tomu, aby žáky úspěšně připravily na studium, kariéru a život ve stále dynamičtější globální ekonomice) k alternativnímu vzdělávání (Bristow & Patrick, 2014; Siváková et al., 2018).

Vzdělání založené na kompetencích vychází z celé řady zkušeností, získaných z různých reforem v průběhu posledních padesáti let. Například se jedná o Bloomovy vzdělávací přístupy nazvané Bloomova taxonomie (Bloom, 1956), přístup zvaný „Essential Schools“ (Benitez, Davidson, & Flaxman, 2011), vzdělávání založené na standardech (Kolář, Raudenská, Rymešová, Šikulová, & Vališová, 2012) apod. Veškeré vzdělávání postavené na kompetencích vyzdvihuje žáka do středu vysoce

personalizovaného učení (Bailey, Phillips, Schneider, Sturgis, & Ark, 2013; Bristow & Patrick, 2014; Siváková et al., 2018).

Vzdělání založené na kompetencích pro samotné žáky znamená, že se jim dostává správně načasované individuální podpory podle jejich vzdělávacích potřeb a hodnocení je smysluplné. Při učení se spolu se znalostmi rozvíjí i dovednosti a zkušenosti (Bristow & Patrick, 2014).

2.3 Aktivizační metody

Z kapitoly 2.2 vyplývá, že vzhledem k požadavkům na rozvoj klíčových kompetencí žáků je zapotřebí volit vhodné (alternativní) přístupy ke vzdělávání. Nicméně v současné době na většině škol probíhá výuka spíše tradičně. Žák hraje pouze pasivní roli posluchače, který sedí ve školní lavici a od učitele pouze přijímá informace, plní úkoly a požadavky zadané vyučujícím. Úspěšným se stává tehdy, když se dobře naučí zadaný text a umí ho dobře interpretovat. Dnešní žáci bývají většinou motivováni rodiči nebo dobrou známkou (vnější motivací), ne sami sebou. Někdy se také stává, že takový žák, který je motivován například penězi za dobrou známku, se snaží ve škole podvádět opisováním nebo se vyvyšovat nad ostatní spolužáky (Vacek, 2011).

Možným řešením je volit takové metody a organizační formy výuky, které pracují s aktivizací žáka, tedy takovými, které rozvíjí žakovu spoluúčast ve výuce. Cílem aktivizace není jen zapojení žáků, ale i přeměna postavení vyučujícího ve výuce, přičemž aktivizačně může působit např. komunikace mezi pedagogem a žákem, učební činnost, vzdělávací prostředí atd. (Dostál, 2015a). Maňák & Švec (2003, s. 105) definují aktivizaci jako *„postupy, které vedou výuku tak, aby se dosahovalo výchovně-vzdělávacích cílů na základě vlastní učební práce žáků, přičemž se důraz klade na myšlení a řešení problémů.“* Výše uvedené jednotlivé elementy aktivizace se setkávají ve výukových metodách, které lze označovat za aktivizační (Dostál, 2015a). Podle Maňáka (1995, s. 42) mají aktivizační metody taktéž významné místo při rozvoji samostatnosti a tvořivosti žáků.

„Tyto metody v různé míře uplatňují problémový přístup k učení. Protože jsou založeny na bázi heuristického přístupu k učivu (preferování vlastních poznatků), obsahují v sobě silný náboj motivace. Jejich vlivem výuka v některých případech nabývá hravého charakteru, což se značně liší v závislosti na věku žáků, proto je nelze uplatňovat ve všech případech“ (Maňák, 1995, s. 42).

Vhodné zapojení aktivizačních metod do výuky reaguje též na razantní rozmach informačních a komunikačních technologií, které od narození provází právě studující generaci či generaci žáků chystajících se do škol (tzv. generace Z). Je pro ni přirozené žít v digitálním světě, ve kterém mají neustálý přístup k internetu, neomezenému zdroji informací (Dimock, 2019; Papáček, 2010a; Veselý, 2019). Proto není nutné sdělovat žákům, jako pasivním příjemcům, velké množství informací. Naopak je vhodné naučit je se samostatně v ohromném množství informací orientovat (Maňák, 2011).

Mnoho pedagogů tyto metody a formy již používá, ale neuvědomují si to. Jedná se o zpestřování výuky různými videi, filmovými ukázkami, hrami, křížovkami, doplňovačkami (Kotrba & Lacina, 2007). Aktivizační metody pomáhají překonávat stereotypy ve výuce, vedou k tvořivosti učitele i žáků. Výchovně-vzdělávacího cíle by mělo být dosaženo zejména pomocí vlastního učení žáka při řešení problémů (Jankovcová, Průcha, & Koudela, 1988). „*Uslyším a zapomenu. Uvidím a zapamatuji si. Udělám a pochopím.*“ (Bassis, 1991) Toto čínské přísloví ukazuje na význam a důležitost aktivizačních metod, které žákům umožňují plnit předem určené cíle výuky, podporují jejich dovednost a tvořivost a současně splňují i osvojování klíčových kompetencí.

2.4 Badatelsky orientovaná výuka

Jedno z pojetí výuky, které je založeno na aktivní činnosti žáka ve vzdělávacím procesu, je badatelsky orientovaná výuka (BOV), která vychází z konstruktivistických teorií. Tato výuka je postavena na samostatném objevování principů světa žákem. Žák postupuje v učení jednotlivými body jako vědec, a to mu umožňuje pochopit klíčové souvislosti obsahu učiva a způsoby, jak se k poznatkům dostat (Siváková et al., 2018).

Výuka je zaměřena zejména na rozvoj jeho nezávislého myšlení a schopnost řešit pro něho nové problémy, jakožto i na jeho praktické dovednosti a zručnost. Při výuce s BOV se žáci snaží aktivně řešit situace, které jsou v rozporu s jejich dosavadními znalostmi (Dostál, 2015a).

Badatelsky orientovanou výukou (BOV) se v České republice zabýváme oproti zahraničí relativně krátce. V zahraničí, zejména v USA a Velké Británii, je BOV věnována pozornost delší dobu, ale ani tam nemá příliš dlouhou tradici. V těchto zemích se začal objevovat termín badatelsky orientované výuky až v 60. letech 20. století (Janík & Stuchlíková, 2010). V anglické literatuře se setkáváme s pojmy a z nich odvozenými zkratkami IBE (inquiry-based education), IBI (inquiry-based instruction), IBL (inquiry-based learning) a IBT (inquiry-based teaching). Často se lze setkat i s akronymem IBSE

(inquiry-based science education), což lze přeložit jako badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání (Dostál, 2015a). Původ pojmu *inquiry* lze dohledat v latině. Jeho význam je *inquirō* = vyhledávat, pátrat po něčem (Kábrt, Kucharský, Schams, Vránek, Wittichová, & Zelinka, 2000). V anglicky mluvících zemích je pojem *inquiry* chápán podle celosvětově uznávaného slovníku jako „*blížejší prozkoumání věcí za účelem hledání informací a pravdy.*“ (Dostál, 2014, s. 33) Podle autorů Linna, Davise a Bella (2004, s. 194) je *inquiry*: „*záměrný proces, pro který je typická formulace problémů, kritické experimentování, posuzování alternativ, plánování zkoumání a ověřování, vyvozování závěrů, vyhledávání informací, vytváření modelů studovaných dějů, diskusí a formování souvislých argumentů.*“

Stuchlíková (2010, s. 129) v souvislosti s termínem *inquiry* uvádí: „*Obtížně přeložitelný termín „inquiry“ – bádání, zkoumání, ale také hledání pravdy – se v posledních desetiletích stal mimořádně populárním pro označení žádoucích změn ve vzdělávání.*“

Existuje několik definic badatelsky orientovaného vyučování, z nichž byly vybrány následující:

„*Badatelsky orientovaná výuka má následující charakteristiky: žáci se zabývají vědecky orientovanými otázkami (scientifically oriented questions), žáci dávají přednost důkazům, které jim umožňují objevovat řešení, vyhodnocovat možná vysvětlení vědecky orientovaných otázek, žáci formulují vysvětlení na základě důkazu, žáci zvažují alternativní vysvětlení, žáci komunikují a zdůvodňují návrhy vysvětlení (řešení).*“ (National Research Council, 2000, s. 25)

„*Badatelsky orientované vyučování je způsob vyučování, při kterém se znalosti budují během řešení určitého problému v postupných krocích, které zahrnují stanovení hypotézy, zvolení příslušné metodiky zkoumání určitého jevu, získání výsledků a jejich zpracování, shrnutí, diskuzi a mnohdy i spolupráci s kolegy-žáky.*“ (Petr, 2010, s. 139–140)

„*Badatelsky orientované vyučování je jednou z účinných aktivizačních metod problémového vyučování a vychází z konstruktivistického přístupu ke vzdělávání. Učitel nepředává učivo výkladem v hotové podobě, ale vytváří znalosti cestou řešení problému a systémem kladených otázek (komunikačního aparátu). Badatelsky orientované vyučování využívá různých vyučovacích strategií. Základní charakteristika badatelsky orientovaného vyučování zahrnuje následující znaky: žáci si kladou badatelsky orientované otázky, žáci hledají důkazy, žáci formují objasnění na základě důkazů, žáci*

vyhodnocují objasnění s možností využití alternativ v objasňování, žáci komunikují a ověřují objasnění.“ (Papáček, 2010b, s. 40)

„Badatelsky orientované vyučování je takové, kdy žáci formují výuku ve třídě, učitel je facilitátorem. Ve vztahu k učení žáka je badatelsky orientované učení aktivní proces, reflektující přístupy vědců ke zkoumání a bádání v přírodě. Zahrnuje zkušenost, důkaz, experimentování a konstrukci poznatkové struktury. Je tedy konzistentní s konstruktivistickým přístupem k učení.“ (Nezvalová, Bílek, & Hrbáčková, 2010, s. 55–67)

„Při realizaci badatelsky orientované výuky učitel nepředává učivo výkladem v hotové podobě, ale vytváří znalosti cestou řešení problému a systémem kladených otázek (komunikačního aparátu). Učitel má funkci zasvěceného průvodce při řešení problému a vede žáka postupem obdobným, jaký je běžný při reálném výzkumu.“ (Petr, 2014a, s. 13)

Na základě provedeného rozboru skutečností souvisejících s BOV lze provést syntézu a přispět k jednoznačnějšímu vymezení pojmu badatelsky orientovaná výuka (Dostál, 2015b):

- bádání realizované v rámci BOV nelze ztotožňovat s vědeckým bádáním, lze ovšem hledat paralely, provádět komparace a podrobovat obojí dalšímu zkoumání;
- BOV zahrnuje i bádání, jehož cílem je uvědomění si problémové situace a objevení problému;
- BOV zahrnuje i bádání mající neproblémový charakter – např. potvrzující bádání;
- existuje vzdělávací obsah, který lze realizovat pouze prostřednictvím badatelských aktivit žáků;
- v rámci BOV jsou využívány různé vyučovací metody především problémového charakteru (problémové metody);
- realizace BOV se projevuje ve všech složkách výuky, nejen v metodách;
- při BOV je žák badatelsky aktivní, což lze chápat jako motivovanou, více méně reflektovanou a cílevědomou činnost subjektu zaměřenou na bádání;
- BOV se vztahuje nejen k žákovi, ale i k učiteli;
- veškerá doba BOV nemusí být bezpodmínečně věnována přímému bádání;
- je vhodné, aby BOV zahrnovala i multioborová badatelská témata;
- BOV předpokládá využití badatelských metod nejen empirického, ale i teoretického charakteru;
- BOV může sestávat z různého množství badatelsko-didaktických situací.

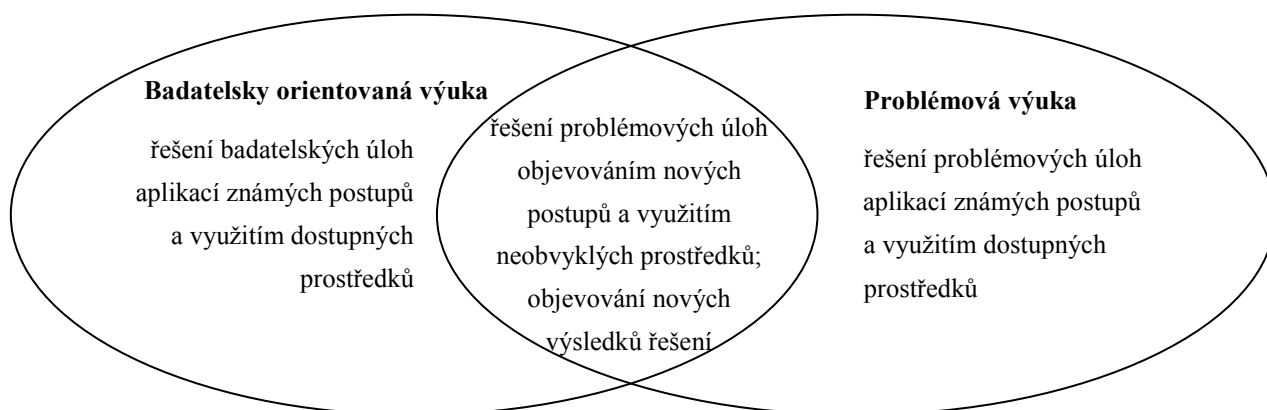
Stuchlíková (2010, s. 129) ve svém článku o badatelsky orientovaném vyučování píše: „O tzv. *'inquiry-based education'* se hovoří tak často a s takovou samozřejmostí, že je s ním spojováno velké očekávání. A na straně druhé pochybnosti o tom, zda tento pojem označuje něco opravdu nového v procesech učení a vyučování, nebo jen jiným způsobem zdůrazňuje aspekty něčeho, co pedagogická praxe *de facto* dlouhou dobu realizuje.“ Stuchlíková (2010, s. 132) zároveň poukazuje na důležitou podstatu problému, že je nutné nejprve přesvědčit učitele o důležitosti zavádění badatelsky orientované výuky do učebního procesu: „*Bylo by samozřejmě žádoucí, kdyby se dařilo budoucí učitele vybavit dovednostmi a postoji potřebnými pro realizaci IBSE. Někteří vzdělavatelé učitelů se domnívají, že změnit praxi učitelů (včetně těch budoucích) znamená změnit nejprve jejich přesvědčení. Změnit něčí přesvědčení však není tak snadné, jak by se mohlo na první pohled zdát. Zkušenosti z pregraduálního i postgraduálního vzdělávání ukazují, že pouhá podpora změny postojů a přesvědčení k žádoucí změně ve vyučovací praxi nevede.*“

Jedním z aspektů zahrnutým pod pojmem badatelsky orientovaná výuka je problémová výuka, která vychází z myšlenek Deweyho (Dewey, 1966) a Jamese (James, 1919), a kterou se již dříve zabývalo mnoho autorů, např. Koman a Vyšín (1972), Kuřina (1976) nebo Mošna a Rádl (1996). Tato metoda je založená na spolupráci žáků ve skupinách a zároveň vyzdvihuje osobnost žáka jako jedince. Výuka je úzce propojována s reálným životem, učitel hraje roli zprostředkovatele nebo průvodce. V problémové výuce žáci řeší problémové úlohy podle předem známých postupů s využitím dostupných prostředků (Dostál, 2015b).

V badatelsky orientované výuce žáci také řeší úlohy pomocí dostupných prostředků a aplikují známé postupy ve skupinách nebo samostatně, jako je tomu v problémové výuce, ale řeší badatelské úlohy, experimentují a hledají nová řešení a závěry.

Oba způsoby výuky se hodně prolínají. Společným znakem je řešení problémových úloh prostřednictvím nových postupů, využitím neobvyklých prostředků a objevováním nových výsledků řešení.

Průnik souvislostí badatelsky orientované a problémové výuky je znázorněn na obrázku 1.



Obr. 1: Vztah badatelsky orientované výuky a problémové výuky (upraveno dle Dostála 2015a)

2.4.1 Úrovně BOV

Podstatou badatelsky orientované výuky je samostatné bádání žáků, vlastní experimentování, zamýšlení se nad problémy a jejich následné řešení a vyvozování závěrů. Ti žáci, kteří se dosud ještě s takovým typem výuky nesetkali, mohou mít problémy se samostatným rozhodováním a vyhledáváním nových informací (Zámečnicková, 2016). Zde by měl pomoci učitel, který doposud byl v roli průvodce a zprostředkovatele vědomostí a informací, aby žáky postupně naučil přebírat zodpovědnost za vlastní učení (Carpinetti, 2015).

Žáci by postupně měli měnit roli od pasivního posluchače k aktivnímu badateli. Nejjednodušším začátkem pro žáky je pozorování, kde hlavní zodpovědnost má ještě učitel. Postupně by měli začínat spolupracovat s učitelem, osvojovat si tak postupy k řešení jednoduchých úkolů a navrhnout další postupy k řešení daného úkolu (Čtrnáctová, H., Teplá, M., & Čtrnáctová, L., 2015). Banchi a Bell (2008) naznačují, že ve výuce přírodních věd existují čtyři úrovně BOV: potvrzující bádání, strukturované bádání, nasměrované bádání a otevřené bádání. Žáci tedy mohou provádět postupně různé úrovně bádání, od potvrzujícího až k otevřenému (Bell, 2004; Buck, Bretz, & Towns, 2008). Podle úrovně bádání přebírají žáci komplexněji zodpovědnost za své učení a učitel přechází do role podporovatele a pozorovatele, který nasměrovává bádání správným směrem (Banchi & Bell, 2008; Dostál, 2015a, Dostál, 2015b; Eastwell, 2009; Petriláková & Čtrnáctová, 2014).

Buck et al. (2008) diferencují pět úrovní bádání: potvrzující bádání, strukturované bádání, nasměrované bádání, otevřené bádání a autentické bádání.

Potvrzující bádání (*Confirmation inquiry*): výzkumná otázka, kterou mají žáci řešit i postup bádání (tedy metody, jak danou otázku vyřešit) jsou žákům poskytnuty, výsledky jsou známy, jde o to, je vlastní praxí ověřit (Buck et al., 2008).

Při potvrzujícím bádání má největší roli učitel, který celou část bádání řídí a žáci při něm předem získávají nejvíce informací. Je to nejjednodušší úroveň bádání, kdy si žáci pomocí experimentů dokazují své znalosti, mají předepsanou výzkumnou otázku, napsaný přesný postup práce a znají i výsledek, ke kterému se mají dobádat.

Strukturované bádání (*Structured inquiry*): otázku i možný postup sděluje učitel, žáci na tomto základě formulují vysvětlení studovaného jevu (Buck et al., 2008).

I při tomto bádání hraje hlavní roli učitel. Žáci mají zadanou výzkumnou otázku, mají předem získané teoretické vědomosti, znají postup práce i předběžnou analýzu výsledků. Pouze neznají výsledek práce, ke kterému se mají dobádat.

Nasměrované bádání (*Guided inquiry*): učitel dává výzkumnou otázku, žáci vytvářejí metodický postup a realizují jej (Buck et al., 2008).

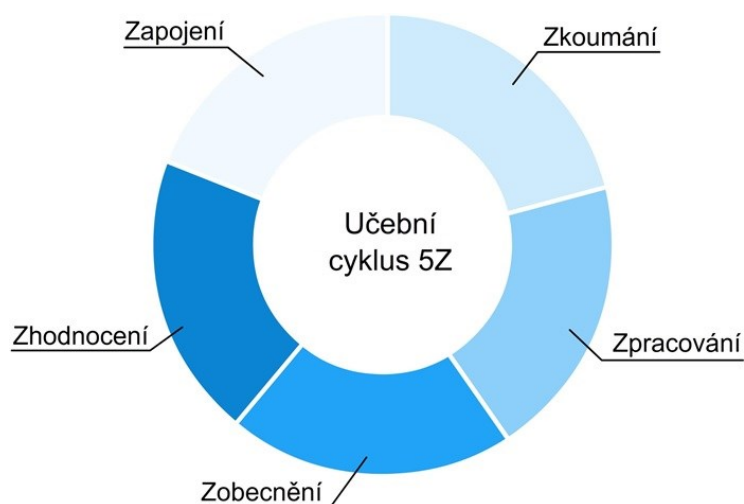
Toto bádání již vyžaduje velkou spolupráci mezi učitelem a žákem. Je dána výzkumná otázka, žáci jsou teoreticky připraveni k řešení tohoto problému, mají předepsaný i postup práce. Žáci zde pracují více samostatně, rozebírají a hledají nové postupy k řešení svého problému, diskutují o svých výsledcích a formulují vlastní závěry ze svého bádání.

Otevřené bádání (*Open inquiry*): žáci si kladou otázku, promýšlejí postup, provádějí výzkum a formulují výsledky (Buck et al., 2008).

Při otevřeném bádání žáci sice znají výzkumnou otázku, mají patřičné vědomosti k řešení této problematiky, ale musí si sami hledat vhodné postupy k řešení úkolu, analyzovat své zjištěné údaje a vyvozovat z nich závěry. Je to bádání, které se v největší míře přibližuje skutečnému vědeckému bádání.

Autentické bádání (*Authentic inquiry*): nejvyšší stupeň BOV, kdy žáci zcela samostatně přemýšlí o jimi zvoleném problému, stanovují si otázky, hledají pracovní postupy, analyzují, provádějí výzkum a vyvozují závěry z důkazů, které si vytvořili (Buck et al., 2008).

Toto bádání je na nejvyšší úrovni navazující na předchozí úrovně. Žáci si sami hledají téma bádání, vyhledávají informace, volí postupy bádání, diskutují, analyzují a vyvozují závěry z důkazů, které si vytvořili a jsou schopni tyto závěry samostatně obhajovat (Buck et al., 2008).



Obr. 2: Učební cykly 5Z (Völklová, 2018; Carpineti, 2015).

Zapojení (*Engage*)

V první fázi je třeba u žáků vyvolat zvědavost, vyvolat zájem o danou problematiku, vtáhnout je do děje bádání. Učitel takto může hodnotit předchozí znalosti žáků, využívá jejich znalostí a zkušeností s daným tématem (Carpineti, 2015).

Role žáka: Žák, pokud je vyučujícím dostatečně zaujat, aktivně a s nadšením sleduje jeho demonstraci (příběh, pokus, drobné „šoumenství“, tajenku, rébus...) a hledá otázky vztahující se k podstatě daného pozorovaného jevu (Carpineti, 2015).

Role učitele: Učitel musí pro žáky velice zajímavě a atraktivně přednést téma výuky, podle věku žáků volit vhodný způsob demonstrace, nebo zvolit i „šoumenství“ (showmanship). Měl by zřetelně a jednoznačně odhalit téma, o kterém bude se žáky diskutovat, nastavit jim jasná pravidla diskuze i samostatné práce při bádání (Carpineti, 2015).

Zkoumání (*Explore*)

V této fázi by bylo vhodné zapojit všechny žáky do bádání tak, aby si začali klást otázky, rozvíjeli různé hypotézy, vyhledávali si informace bez přímých instrukcí učitele, navrhovali různé experimenty a pozorování (Carpineti, 2015).

Role žáka: Žák vyhledává informace k předem stanovené otázce, navrhuje postupy experimentů, hledá metody, kterými by své hypotézy ověřil. Na základě všech zjištěných informací pokus uskuteční a výsledky si zaznamenává (Carpineti, 2015).

Role učitele: Učitel se snaží zapojit všechny žáky do společné diskuze. Každý žák by měl mít možnost se vyjádřit, říci svůj vlastní názor. Diskuze musí mít určitou strukturu a řád. Návrhy, hypotézy či vědecké postupy by se neměly vzdalovat od zadaného tématu. Učitel musí žáky motivovat, usměrňovat jejich mylné názory, ale nevyvracet

jim chybné postupy, protože i práce s chybou je pro práci s BOV neocenitelná. Po celou dobu bádání by měl učitel dohlížet na bezpečnost práce, na kolektivní práci žáků a být jim plně k dispozici po celou dobu experimentování (Carpineti, 2015).

Zpracování (*Explain*)

Fáze vede k uplatnění postupů, ke zpracování údajů a důkazů. Otevírá se zde prostor ke společné diskuzi, spolupráci celé třídy, vysvětlení vědeckých pojmů a tím i hlubšímu porozumění tématu (Carpineti, 2015).

Role žáka: v této fázi by měl žák na základě svých experimentů a důkazů formulovat závěry bádání. O svých závěrech diskutuje s ostatními spolužáky. Měl by si uvědomovat, zda danému tématu dostatečně rozumí (Carpineti, 2015).

Role učitele: Učitel motivuje žáky k diskuzi, vybízí je k vysvětlování získaných výsledků, k popisování vlastních experimentů, směřuje je k jednotnému závěru. Chybné hypotézy hodnotí kladně, vysvětluje na nich správnost experimentu a dokazuje správnost definic a postupů (Carpineti, 2015).

Zobecnění (*Elaborate*)

Na základě získaných poznatků a dovedností žáci lépe porozumí dané tématice. Učitel jim pomáhá posílit získané poznatky rozšířením aplikace důkazů na nové situace (Carpineti, 2015).

Role žáka: Žák hodnotí zpětně svou práci, využívá svých nově získaných poznatků a závěrů z daného experimentování. Může se pokusit aplikovat získané informace k řešení obdobných úkolů třeba i z reálného života (Carpineti, 2015).

Role učitele: Učitel se zapojuje do diskuze, snaží se vyvolat u žáků propojení nových informací s dříve nabytými informacemi. Poukazuje na různé postupy, vyzdvihuje klady a zápory rozdílných řešení, aplikuje výsledná řešení na úkoly z běžného života. Snaží se zobecnit výsledná řešení k aplikaci u jiných experimentů či situací (Carpineti, 2015).

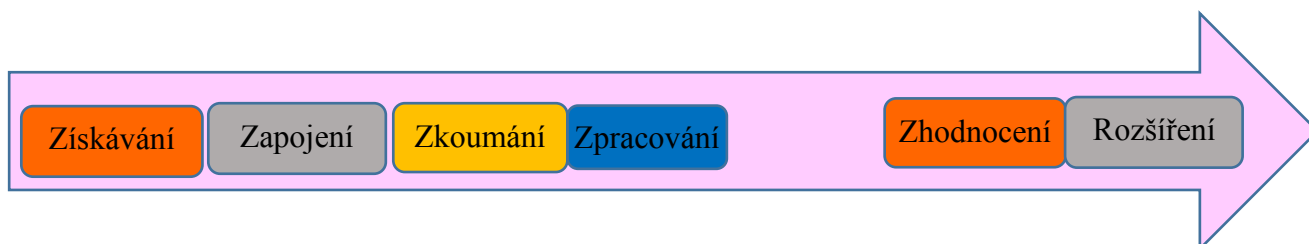
Zhodnocení (*Evaluate*)

V poslední fázi jsou kladeny otázky k posouzení získaných znalostí a dovedností. Žáci jsou schopni analyzovat své pokroky v otázce bádání. Učitel klade žákům pomocné otázky ke snazšímu posuzování, analýze i hodnocení jejich práce (Carpineti, 2015).

Role žáka: Žák by měl kriticky a věcně zhodnotit svou práci, prezentovat své postupy, výsledky a závěry ze svého bádání. Pokud se během experimentování dopustil nějaké chyby, bylo by vhodné poukázat na postup, jak na chybu přišel. To by mohlo být i dalším tématem a hlavně motivací k jeho bádání (Carpineti, 2015).

Role učitele: Učitel pozoruje své žáky, posuzuje jejich nově nabyté zkušenosti a vědomosti. Zapojuje se do diskuze, pokládá žákům otevřené otázky, na které by žáci měli věcně odpovídat. To umožňuje učiteli posoudit, zda žáci pracovali správně. Formálně dokončuje bádání (Carpineti, 2015).

Později byl model 5E přepracován a rozšířen na model 7E, ve kterém je zdůrazněna i fáze zjišťování prvotních poznatků žáků (Elicit/Získávání) a fáze transferu získaných poznatků na nové situace (Extend/Rozšíření) (Eisenkraft, 2003).



Obr. 3: Učební cykly 7E. (Upraveno podle Eisenkraft, 2003)

Získávání (Elicit)

Tato fáze v cyklu 7E předchází fázi zapojení z fáze 5E. Učitel si nejprve získává poznatky o svých žácích, zjišťuje jejich zájmy, zkušenosti, schopnosti, ochotu spolupracovat. Snaží se zjistit příčiny jejich eventuální pasivity a nezájmu. Poté bude navrhopat typy bádání tak, aby žáky hned v počáteční fázi neodradil. Měl by v nich vzbudit prvotní nadšení a ochotu zapojit se do výuky. Postupně může zvyšovat i úroveň bádání. Pokud by vyučující špatně odhadl úroveň bádání, mohli by se žáci odradit hned na začátku náročností úkolu či jeho nepochopením a přestali by s vyučujícím spolupracovat (Eisenkraft, 2003).

Rozšíření (Extend)

Tato fáze v cyklu 7E stojí pomyslně naopak na konci cyklu 5E. Pokud se učitel podařilo žáky vhodně namotivovat a oni s nadšením bádali, experimentovali a vyvozovali závěry, jsou schopni tyto vědomosti dál aplikovat v běžném životě nebo na jiných pokusech. Rozšiřují tak své objevené závěry z jednoho pokusu na jiný (Eisenkraft, 2003).

2.4.3 Tradiční vs. badatelsky orientovaná výuka

Roli učitele při badatelsky orientované výuce v kontrastu tradiční výuky vhodně vystihuje Anderson (1999), viz tabulka 2.

Tab. 2: Tradiční vs. badatelsky orientovaná výuka – role učitele (Anderson, 1999).

Tradiční výuka	Badatelsky orientovaná výuka
Role učitele: „dávkovač znalostí“, „moderátor“	Role učitele „trenér“ (coach)
Transmise poznatků	Komunikace se skupinami
Komunikace s jednotlivci	Pomáhá žákům v procesu získávání informací
Řídí aktivity žáků	Usměrňuje aktivity žáků
Vysvětluje pojmové vztahy	Usnadňuje žákům myšlení
Znalosti učitelů jsou statické	Modelování procesu učení
Přímé využití učebnic atd.	Flexibilní použití materiálů

Během tradiční výuky je učitel často v roli přednášejícího. Předává žákům své znalosti. Hovoří k třídě jako celku, případně komunikuje s jednotlivcem, diskutuje s ním nad otázkou. Celou vyučovací hodinu řídí sám.

Tradiční výuka bývá v literatuře označována jako instruktivní, neboť žáci během ní dostávají instrukce. Co se budou učit, co si mají přečíst, co mají nastudovat... Tato výuka bývá označována také jako výuka s dominantním postavením učitele. Během takové vyučovací hodiny učitel v úvodu sdělí téma hodiny, stanoví cíle hodiny a vysvětlí žákům, o čem si budou povídat. Žáci téma hodiny přijmou jako fakt, nemají vliv na téma hodiny a ani na stanovení cílů hodiny. Nezasahují do rozhodnutí vyučujícího. Učitel začne s výkladem látky například pomocí PowerPointové prezentace nebo nástěnných tabulí. Uvádí příklady, propojuje učivo, zapisuje významná data na tabuli. Žáci poslouchají, eventuálně si zapisují dle pokynů vyučujícího poznámky do sešitu. Po skončení výkladu začne vyučující se žáky látku procvičovat. Má vytvořené opakovací otázky, zadá připravenou práci do skupin, žáci pracují s pracovním sešitem nebo s otázkami v učebnici na konci kapitoly. Žáci vždy pracují pod vedením vyučujícího. Na konci hodiny učitel zhodnotí dosažené cíle výuky, zhodnotí práci žáků buď slovně, nebo pomocí známek, vybere si vypracované úkoly a zadá domácí úkol k procvičování (Nezvalová, 2010).

M. Scott Peck: *„Život přináší jeden problém za druhým. Chceme nad nimi bédovat, anebo je chceme řešit?“*

BOV by měla naučit žáky problémy řešit. Pro zdravého člověka je přirozené, že od narození vnímá okolní svět. Poznává své nejbližší. Objevuje prostředí, v němž vyrůstá, učí se chodit, mluvit, rozlišuje různé barvy, živočichy, rostliny, zvuky, prostě bádá. Na to jako by ve škole zapomněl. Badatelsky orientovaná výuka by měla podpořit v žácích schopnost samostatného bádání, experimentování, vyhledávání informací, spolupráci a komunikaci s ostatními spolužáky. Naučí je lépe formulovat a vyjadřovat své hypotézy, obhajovat své výsledky, tvořit závěry svého bádání a prezentovat je na veřejnosti. Učí se metodou pokus-omyl, učí se jak z vlastních úspěchů, tak i neúspěchů (Rokos, 2017).

Rozvíjí si tak dovednost v kognitivní, sociální i emocionální oblasti (Škoda & Doulík, 2011).

BOV má konstruktivní přístup. Učitel je „šoumen“, který dětem přímo nesděluje cíle nebo téma výuky. Tajuplně je nasměruje na samostatnou práci, žáci mají např. připravená nosítka s laboratorním sklem a chemikáliemi nebo s přírodninami. U toho je třeba v obálce uložená šifra, puzzle či rozstříhaný text. Žáci sice nemají vliv na určení cíle vyučovací hodiny, ale svým experimentováním, hraním a bádáním ho odhalí. Žáci pracují samostatně nebo ve skupinkách. Komunikují mezi sebou, spolupracují a pomáhají si. Žáci si volí různé postupy práce. I chybou se člověk učí, čili při nesprávně zvoleném postupu musí začít znovu a jinak. Vyučující pracuje individuálně se skupinami žáků, diskutuje s nimi, motivuje je v jejich bádání, ale neurčuje jim postup. Na konci vyučování všichni společně hodnotí dosažení cílů výuky, hodnotí své postupy a závěry (Nezvalová, 2010).

Nevýhodou BOV je velká spotřeba času k přípravě vyučujícího, někdy nedostatečné materiální vybavení specializovaných učeben a laboratoří (Sloup, 2014), nedostatek přírodnin a chemikálií pro realizaci badatelských úkolů (Rokos, 2017). Z tohoto důvodu je výhodnější chystat úlohy jednodušší, časově méně náročné a odpovídající právě probíranému učivu.

2.4.4 Pojetí BOV v kurikulárních dokumentech

Kurikulární dokument je pedagogický dokument, který vymezuje především koncepci, cíle a vzdělávací obsah dané etapy vzdělávání a vzniká na dvojí úrovni. Státní úroveň tvoří Rámcové vzdělávací programy (RVP). Školní úroveň tvoří Školní vzdělávací program (ŠVP). Rámcové vzdělávací programy vymezují závazné rámce vzdělávání pro jeho jednotlivé etapy: předškolní, základní a střední vzdělávání. Školní úroveň představují ŠVP, podle nichž se uskutečňuje vzdělávání na jednotlivých školách. RVP

i ŠVP jsou veřejné dokumenty přístupné pedagogické i nepedagogické veřejnosti. ŠVP si vytváří každá škola podle zásad stanovených v příslušném RVP. Pro tvorbu a úpravu ŠVP mohou školy využít dostupnou metodickou podporu (Tupý, 2018).

2.4.4.1 Podpora implementace BOV do vzdělávání v RVP ZV

Učitel při výuce na základní škole vychází z koncepčně-kurikulárního dokumentu – Rámcově vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP ZV). Podle tohoto dokumentu má základní vzdělávání žákům pomoci utvářet a postupně rozvíjet klíčové kompetence a poskytnout spolehlivý základ všeobecného vzdělání orientovaného zejména na situace blízké životu a na praktické jednání.

Byla provedena analýza RVP ZV ve vztahu k BOV, v rámci které bylo odhaleno, že tento pro učitele závazný dokument klade na učitele požadavky související s badatelsky orientovanou výukou: *„Jedná se především o rozvíjení dovednosti soustavně, objektivně a spolehlivě pozorovat, experimentovat a měřit, vytvářet a ověřovat hypotézy o podstatě pozorovaných přírodních jevů, analyzovat výsledky tohoto ověřování a vyvozovat z nich závěry. Žáci se tak učí zkoumat příčiny přírodních procesů, souvislosti či vztahy mezi nimi, klást si otázky (Jak? Proč? Co se stane, jestliže?) a hledat na ně odpovědi, vysvětlovat pozorované jevy, hledat a řešit poznávací nebo praktické problémy, využívat poznání zákonitostí přírodních procesů pro jejich předvídání či ovlivňování.“* (MŠMT, 2017, s. 63)

V RVP ZV jsou taktéž zapsané klíčové kompetence, které souvisí s BOV, jak dokládá tabulka 3 (MŠMT, 2017). V etapě základního vzdělávání jsou za klíčové považovány: kompetence k učení; kompetence k řešení problémů; kompetence komunikativní; kompetence sociální a personální; kompetence občanské; kompetence pracovní (MŠMT, 2017). Vzhledem k tomu, co již bylo uvedeno v kap. 2.2, je nutné si uvědomit význam těchto kompetencí nejen v rámci výuky, ale i mimo školu, jak dokládají např. autoři Belz a Siegrist ve své knize: *„Získávání klíčových kompetencí je celoživotní, individuální proces, který slouží k rozvoji osobnosti.“* (Belz & Siegrist, 2001, s. 37)

Z tabulky 3 jasně vyplývá, že přestože BOV není implicitně v RVP ZV zmíněna, principy této výuky jsou v tomto pro učitele povinném dokumentu zřetelně zakomponovány a jejich začleňováním do výuky lze přispět k rozvoji klíčových kompetencí.

Tab. 3: Propojení RVP ZV s BOV (MŠMT, 2017).

Kompetence k učení	Fáze zapojení:	vybírá a využívá pro efektivní učení vhodné způsoby, metody a strategie, plánuje, organizuje a řídí vlastní učení, projevuje ochotu věnovat se dalšímu studiu a celoživotnímu učení
	Fáze zkoumání:	vyhledává a třídí informace a na základě jejich pochopení, propojení a systematizace je efektivně využívá v procesu učení, tvůrčích činnostech a praktickém životě
	Fáze zpracování:	samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry pro využití v budoucnosti
	Fáze zobecnění:	poznává smysl a cíl učení, má pozitivní vztah k učení, posoudí vlastní pokrok a určí překážky či problémy bránící učení
	Fáze zhodnocení:	naplánuje si, jakým způsobem by mohl své učení zdokonalit, kriticky zhodnotí výsledky svého učení a diskutuje o nich
Kompetence k řešení problémů	Fáze zapojení:	vyhledá informace vhodné k řešení problému, nachází jejich shodné, podobné a odlišné znaky
	Fáze zkoumání:	využívá získané vědomosti a dovednosti k objevování různých variant řešení, nenechá se odradit případným nezdarem a vytrvale hledá konečné řešení problému
	Fáze zpracování:	samostatně řeší problémy, volí vhodné způsoby řešení, užívá při řešení problémů logické, matematické a empirické postupy ověřuje prakticky správnost řešení problémů a osvědčené postupy aplikuje při řešení obdobných nebo nových problémových situací, sleduje vlastní pokrok při zdolávání problémů
	Fáze zobecnění:	vnímá nejrůznější problémové situace ve škole i mimo ni, rozpozná a pochopí problém, přemýšlí o nesrovnalostech a jejich příčinách, promyslí a naplánuje způsob řešení problémů a využívá k tomu vlastního úsudku a zkušeností
	Fáze zhodnocení:	kriticky myslí, činí uvážlivá rozhodnutí, je schopen je obhájit, uvědomuje si zodpovědnost za svá rozhodnutí a výsledky svých činů zhodnotí
Kompetence komunikativní	Fáze zapojení:	naslouchá promluvám druhých lidí, porozumí jim, vhodně na ně reaguje, účinně se zapojuje do diskuse, obhajuje svůj názor a vhodně argumentuje
	Fáze zkoumání:	formuluje a vyjadřuje své myšlenky a názory v logickém sledu, vyjadřuje se výstižně, souvisle a kultivovaně v písemném i ústním projevu
	Fáze zpracování:	rozumí různým typům textů a záznamů, obrazových materiálů, běžně užívaných gest, zvuků a jiných informačních a komunikačních prostředků, přemýšlí o nich, reaguje na ně a tvořivě je využívá ke svému rozvoji a k aktivnímu zapojení se do společenského dění
	Fáze zobecnění:	využívá informační a komunikační prostředky a technologie pro kvalitní a účinnou komunikaci s okolním světem
	Fáze zhodnocení:	využívá získané komunikativní dovednosti k vytváření vztahů potřebných k plnohodnotnému soužití a kvalitní spolupráci s ostatními lidmi
Kompetence sociální a personální	Fáze zapojení:	účinně spolupracuje ve skupině, podílí se společně s pedagogy na vytváření pravidel práce v týmu, na základě poznání nebo přijetí nové role v pracovní činnosti pozitivně ovlivňuje kvalitu společné práce

	Fáze zkoumání:	podílí se na utváření příjemné atmosféry v týmu, na základě ohleduplnosti a úcty při jednání s druhými lidmi přispívá k upevňování dobrých mezilidských vztahů, v případě potřeby poskytne pomoc nebo o ni požádá
	Fáze zpracování:	přispívá k diskusi v malé skupině i k debatě celé třídy, chápe potřebu efektivně spolupracovat s druhými při řešení daného úkolu, oceňuje zkušenosti druhých lidí
	Fáze zobecnění:	respektuje různá hlediska a čerpá poučení z toho, co si druzí lidé myslí, říkají a dělají
	Fáze zhodnocení:	vytváří si pozitivní představu o sobě samém, která podporuje jeho sebedůvěru a samostatný rozvoj; ovládá a řídí svoje jednání a chování tak, aby dosáhl pocitu sebeuspokojení a sebeúcty
Kompetence občanské	Fáze zapojení:	chápe základní principy, na nichž spočívají zákony a společenské normy, je si vědom svých práv a povinností ve škole i mimo školu
	Fáze zpracování:	rozhoduje se zodpovědně podle dané situace, poskytne dle svých možností účinnou pomoc a chová se zodpovědně v krizových situacích i v situacích ohrožujících život a zdraví člověka rozhoduje se v zájmu podpory a ochrany zdraví a trvale udržitelného rozvoje společnosti
	Fáze zobecnění:	chápe základní ekologické souvislosti a environmentální problémy, respektuje požadavky na kvalitní životní prostředí
	Fáze zhodnocení:	respektuje přesvědčení druhých lidí, váží si jejich vnitřních hodnot, je schopen vcítit se do situací ostatních lidí, odmítá útlak a hrubé zacházení, uvědomuje si povinnost postavit se proti fyzickému i psychickému násilí
Kompetence pracovní	Fáze zapojení:	používá bezpečně a účinně materiály, nástroje a vybavení, dodržuje vymezená pravidla, plní povinnosti a závazky, adaptuje se na změněné nebo nové pracovní podmínky
	Fáze zpracování:	využívá znalosti a zkušenosti získané v jednotlivých vzdělávacích oblastech v zájmu vlastního rozvoje i své přípravy na budoucnost, činí podložená rozhodnutí o dalším vzdělávání a profesním zaměření
	Fáze zhodnocení:	orientuje se v základních aktivitách potřebných k uskutečnění podnikatelského záměru a k jeho realizaci, chápe podstatu, cíl a riziko podnikání, rozvíjí své podnikatelské myšlení

2.4.5 Projekty podporující badatelsky orientovanou výuku

BOV se již v roce 1996 velice rozšířila zejména v USA. Proto zde byly společností National Research Council (NRC) vyhlášeny a publikovány národní standardy vzdělávání v přírodních vědách (NSES – National Science Education Standards), kde je BOV používána k plnění kompetencí (Bybee, 2004; Papáček, 2010b). NRC také uvádí, že k lepšímu porozumění vědeckého obsahu, postupu, k porozumění přírodních zákonitostí a věd samotných je důležité zapojování žáků do badatelsky orientovaných aktivit. Jedině tak se žáci naučí samostatně a nezávisle rozhodovat v přírodovědných otázkách, využijí zde své schopnosti a dovednosti (NRC, 1996).

V letech 2007–2014 byla věda v zemích Evropské unie podporována zejména pomocí projektů 7. rámcového programu Evropské komise (dnes je aktuální 8. rámcový program Horizont 2020 – program pro výzkum a inovaci EU, platný pro období 2014–

2020), jejichž hlavním cílem bylo zvýšit zájem žáků a studentů o přírodovědné předměty se začleněním BOV.

Jednalo se například o projekty:

- POLLEN (The European Project for Sustainable Development of Primary Science Education, 2006–2009) – projekt si kladl za cíl ve dvanácti evropských městech zavést BOV do přírodovědných předmětů základních škol. Projektu se zúčastnilo 100 škol, 15 000 žáků z 500 tříd (Cordis.europa.eu: POLLEN, 2019; Janoušková & Maršák, 2008; Papáček, 2010b).
- MIND THE GAP (Mind the gap: learning, teaching, research and policy in inquiry-based science education, 2008–2011) – hlavním cílem projektu bylo zkoumání přírodovědných předmětů, které by mohly podpořit zájem o přírodovědu, založený na výzkumu, využívání ICT a propojení BOV s vědeckou gramotností. Zakladatelem projektu bylo Norsko a celkově se projektu zúčastnilo 7 evropských zemí (Cordis.europa.eu: Mind the GAP, 2019).
- ESTABLISH (European Science and Technology in Action: Building Links with Industry, Schools and Home, 2010–2013) – hlavním cílem projektu byla praktická implementace BOV do výuky a její následné ověřování studenty druhé úrovně (ISCED 2). Zakladatelem projektu bylo Irsko a následně se připojilo 11 zemí včetně České republiky (European Commission, 2010; Fučík & Kuchař, 2012; Mcloughlin, Finlayson, & Brady, 2014; Papáček, 2010b).
- S-TEAM (Science Teacher Education Advanced Methods, 2010–2013) – projekt si kladl za hlavní cíl propojování znalostí výuky, výzkumu a vzdělávání učitelů. Zaměřoval se zejména na experimenty, rozvoj dovedností, dialogy a znalosti učitelů, včetně inkorporace BOV do výuky. Hlavní organizátoři projektu sídlili v Norsku a celkem se připojilo 26 partnerů z 15 států včetně České republiky (Cordis.europa.eu: S-TEAM, 2019; Papáček, 2010b; Samková, Hošpesová, Roubíček, & Tichá, 2015; Vlasák, 2016).
- FIBONACCI (2010–2013) – hlavním cílem projektu bylo rozšířit informaci o BOV ve vzdělávacích institucích s přírodovědným a matematickým vzděláváním. Snahou bylo zapojit alespoň 2 500 učitelů a 45 000 studentů z 21 zemí. Centrem tohoto projektu byla Francie a dále se připojilo 21 zemí včetně České republiky (Cordis.europa.eu: FIBONACCI, 2019; Samková et al., 2015).
- CHREACT (Chain Reaction, 2013–2016) – hlavním cílem projektu bylo rozvíjet vědecké vzdělávání založené na prvcích BOV v evropských zemích. Projekt byl

založen v Polsku a následně se připojilo 12 zemí (Cordis.europa.eu: CHREACT, 2019).

- INQUIRE (Inquiry-based teacher training for a sustainable future, 2010–2013) – hlavním cílem projektu založeného v Rakousku bylo vytvořit jednoletý kurz školení BOV pro učitele ve 14 botanických zahradách a přírodovědných muzeích. Do projektu se zapojilo celkem 11 evropských zemí (Cordis.europa.eu: INQUIRE, 2019).
- PATHWAY (The Pathway to Inquiry Based Science Teaching, 2011–2013) – hlavním cílem projektu bylo zdokonalit metodologii vzdělávacích praktik a definovat učební prostředí podporující výuku přírodovědných předmětů pomocí dotazování. Projekt byl založen v Německu a následně se připojilo 12 zemí. Společně organizovaly workshopy pro pedagogy přírodních věd, zdokonalovaly metodologii výuky s prvky IBSE a definovaly charakter učebních prostředí (Cordis.europa.eu: PATHWAY, 2019).
- PRI-SCI-NET (Networking Primary Science Educators as a means to provide training and Professional development in Inquiry Based Teaching, 2011–2014) – hlavním cílem projektu bylo vytvořit školení pro učitele a poskytnout jim odbornou pomoc při výuce s implementací prvků BOV do výuky. Projekt byl založen na Maltě a následně se připojilo 13 zemí včetně České republiky. Projekt vyzdvihuje alternativní metody výuky, ve kterých má učitel roli facilitátora a žák má roli zvědavého studenta ve vědecké pracovních (Cordis.europa.eu: PRI-SCI-NET, 2016; Samková et al., 2015).
- TEMI (Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated, 2013–2016) – hlavním cílem projektu byla tvorba výukových materiálů (úloh) s prvky BOV, příprava seminářů pro učitele základních a středních škol, jejichž hlavním úkolem bylo osvojování nových způsobů výuky přírodních věd. Vytvořené úlohy obsahovaly tajemství, záhadu nebo příběh k větší motivaci žáků k samostatnému řešení úkolů a snazšímu osvojování učiva. Koordinátorem tohoto projektu bylo Spojené království a účastnilo se 10 zemí včetně České republiky (Cordis.europa.eu: TEMI, 2019; Fučík & Kuchař, 2012; Čtrnáctová, H., Teplá, & Čtrnáctová, L., 2015).
- MASCIL (Mathematics and science for life, 2013–2016) – hlavním cílem projektu bylo podporovat rozšíření přírodovědných předmětů na základních a středních školách. Snahou bylo propojit BOV se světem práce tak, aby se věda stala pro žáky a studenty smysluplnější a aby byli motivovanější v jejich dalším studiu. Projekt byl založen ve Španělsku a následně se připojilo 12 zemí včetně

České republiky (Cordis.europa.eu: MASCIL, 2019; Fučík & Kuchař, 2012; Samková et al., 2015).

- PARRISE (Promoting Attainment of Responsible Research and Innovation in Science Education, 2014–2017) – hlavním cílem projektu bylo shromažďovat současné osvědčené postupy rozvoje učitelů a podporovat implementaci BOV do vzdělávací praxe. Koordinátorem tohoto projektu bylo Holandsko, ke kterému se připojilo 18 partnerů z jedenácti států (Cordis.europa.eu: PARRISE, 2019).

Některé projekty byly zaměřené na hodnocení badatelsky orientované výuky, např.:

- SAILS (Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science, 2012–2015) – cílem projektu bylo přijímat prvky BOV do učebních osnov žáků úrovně ISCED 2 a vytvořit škály hodnocení dovedností a kompetencí BOV. Jednalo se o irský projekt, do kterého se zapojilo dalších jedenáct evropských zemí (Cordis.europa.eu: SAILS, 2019; Kimáková, 2016; Kireš, Ješková, Ganajová, & Kimáková, 2016).
- ASSIST-ME (Assess Inquiry in Science, Technology and Mathematics Education, 2013–2016) – cílem projektu bylo porovnávat a vytvářet formativní a sumativní metody hodnocení. Koordinátorem projektu bylo Dánsko, se kterým na projektu spolupracovalo dalších sedm zemí včetně České republiky (Cordis.europa.eu: ASSIST-ME, 2019; Radvanová, Čížková, & Martinková, 2018; Samková et al., 2015).
- FASMED (Improving Progress for Lower Achievers through Formative Assessment in Science and Mathematics Education, 2014–2016) – projekt se zabýval studii využití technologií při formativním hodnocení práce žáků ve třídě a zvyšování motivací žáků o přírodní vědy. Hlavním sídlem projektu bylo Spojené království, se kterým na projektu spolupracovalo 7 zemí (Cordis.europa.eu: FASMED, 2019; Ganajová & Sotáková, 2018; Kireš et al., 2016; Radvanová et al., 2018).

Přibližně ve stejném období, v letech 2009–2012, Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky (MŠMT ČR) zahájilo individuální projekt národní (IPn) s názvem Podpora technických a přírodovědných oborů (PTPO), který je částečně podporovaný EU, ale není primárně orientovaný na zavádění BOV do výuky. Cílem tohoto projektu bylo navrhnout aktivity pro zvýšení zájmu studentů a žáků základních a středních škol o přírodovědné obory a podpořit jejich následná studia na vysokých

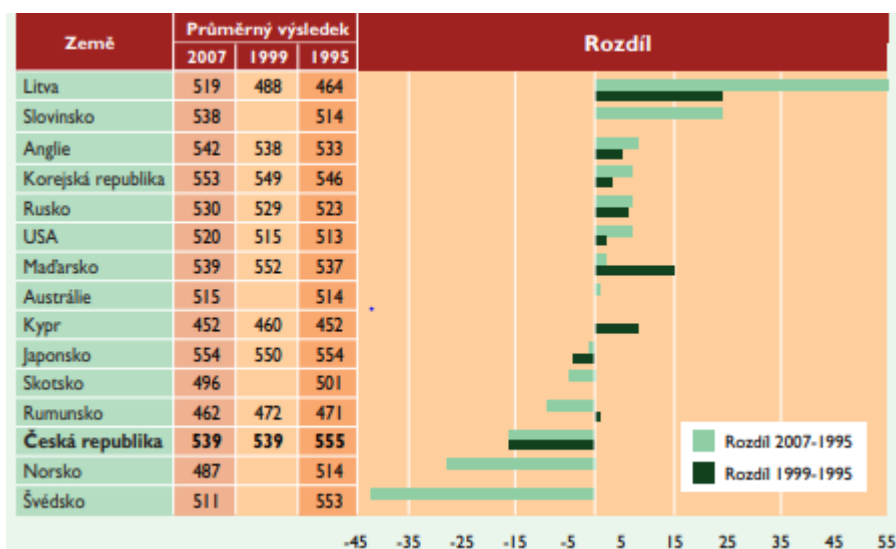
školách. Tento projekt byl východiskem pro zavádění BOV na fakulty připravující učitele a pro základní a střední školy v ČR, kde byl účinně využit (Brzezina, 2010).

2.4.6 Badatelsky orientovaná výuka jako jedna z možných cest k lepším výsledkům z mezinárodního šetření PISA a TIMSS?

2.4.6.1 Projekt TIMSS

Od roku 1995 je ČR zapojena do mezinárodního projektu TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study). TIMSS je projektem mezinárodní asociace IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) se sídlem v Amsterdamu, která organizuje srovnávací studie v různých oblastech vzdělávání od roku 1959. Projekt TIMSS zjišťuje úroveň vědomostí a dovedností žáků v matematice a v přírodních vědách. Zaměřuje se přitom na věkové kategorie devítiletých a třináctiletých žáků – ve většině zemí se jedná o žáky 4. a 8. ročníků povinné školní docházky (Tomášek, Basl, & Janoušková, 2016).

Česká republika se do projektu TIMSS zapojila v letech 1995, 1999, 2007, 2011, 2015 a 2019, v roce 2003 se do šetření nezapojila. V roce 2011, 2015 i 2019 se ČR zapojila pouze do testování žáků 4. ročníku základních škol. Žáci 8. ročníku základní školy byli testováni v roce 1995, 1999 a 2007. Z výsledků šetření TIMSS je zřejmé, že co se týká přírodních věd, byla v roce 2007 úroveň žáků 8. ročníku základních škol velmi dobrá. Žáci dosáhli nadprůměrného výsledku, nicméně se stále jednalo o poměrně velký pokles ve srovnání s rokem 1995, viz obrázek 4 (Tomášek, Basl, & Kramplová, 2008). K významnému poklesu však došlo v oblasti vysvětlení jevů, porozumění zákonitostem, pochopení abstraktních pojmů a vysvětlení svého tvrzení (Tomášek et al., 2008). Tradiční způsob výuky je zaměřen na shromažďování teoretických informací, které žáci díky značnému rozsahu obtížně přijímají a často tak ztrácí motivaci k dalšímu studiu přírodovědných oborů (Mokrejšová, 2008).



Obr. 4: Porovnání výsledků 2007, 1999 a 1995 v evropských zemích a v zemích OECD – přírodní vědy, 8. ročník. Země jsou řazeny sestupně podle rozdílu ve výsledcích 2007 a 1995 (Tomášek et al., 2008, s. 13).

V závěrečné zprávě šetření TIMSS z roku 2015 se apeluje na význam začleňování badatelsky orientované výuky: „Badatelská činnost žáků a propojování učiva s každodenním životem jsou v přírodních vědách důležitou a podstatnou součástí výuky a šetření TIMSS na ně klade odpovídající důraz. Ke zlepšení výsledků českých žáků by výrazně přispělo zařazování vedle znalostně zaměřených přednášek také kurzů zaměřených na didaktiku praktických činností a experimentů v přírodovědě do nabídek dalšího vzdělávání učitelů a jejich posílení v přípravě budoucích učitelů na vysokých školách.“ (Tomášek et al., 2016)

2.4.6.2 Projekt PISA

„Mezinárodní šetření PISA (Programme for International Student Assessment) je považováno za největší a nejdůležitější mezinárodní šetření v oblasti měření výsledků vzdělávání žáků. Projekt PISA je jednou z aktivit Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD), do něhož jsou zapojeny jak všechny členské země OECD, tak i další země a ekonomické regiony.“ (Blažek & Příhodová, 2016) Šetření je zaměřeno na zjišťování úrovně přírodovědné, čtenářské a matematické gramotnosti mezi patnáctiletými žáky, kteří se ve většině zúčastněných zemí nacházejí v posledních ročnících povinné školní docházky (Blažek & Příhodová, 2016).

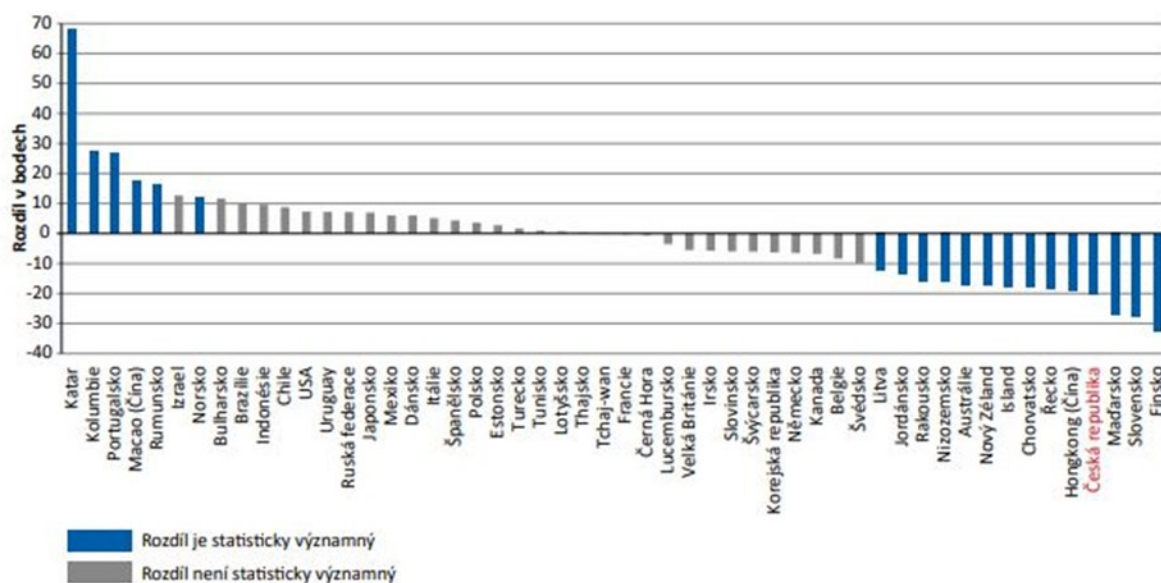
PISA 2015

Testování PISA 2015 se zúčastnilo 72 zemí. Z České republiky bylo do studie zapojeno asi 7000 žáků z 345 škol (Blažek & Příhodová, 2016). „Hlavní zjišťovanou oblastí šestého cyklu šetření PISA 2015 byla přírodovědná funkční gramotnost.“ (Blažek

& Příhodová, 2016) Pro účely šetření PISA 2015 (i PISA 2018) byla stanovena definice funkční přírodovědné gramotnosti: „*Přírodovědná gramotnost je schopnost přemýšlet a jednat ve všech věcech souvisejících s přírodními vědami a jejich principy jako aktivní občan. Přírodovědně gramotný člověk je schopen a ochoten zapojit se do věcné debaty o přírodních vědách a technologiích, k čemuž musí mít dovednosti: 1) Vysvětlovat jevy vědecky – rozpoznávat, nabízet a hodnotit vysvětlení různorodých přírodních jevů a technologií. 2) Vyhodnocovat a navrhnout přírodovědný výzkum – popisovat a hodnotit přírodovědná zkoumání a navrhnout vědeckovýzkumné otázky. 3) Vědecky interpretovat data a důkazy – analyzovat a vyhodnocovat různé podoby dat, tvrzení a důkazů a vyvozovat odpovídající vědecké závěry.*“ (Blažek & Příhodová, 2016)

V testu přírodovědné gramotnosti žáci České republiky dosáhli v roce 2015 výsledku na úrovni zemí OECD. Bohužel však došlo ke zhoršení o 20 bodů ve srovnání s výsledky z roku 2006. V tomto roce byla přírodovědná gramotnost opět hlavní testovanou oblastí. Žáci se přesunuli ze skupiny zemí s nadprůměrnými výsledky do skupiny zemí s výsledky na úrovni průměru zemí OECD, viz obrázek 5 (Blažek & Příhodová, 2016). Podíl českých patnáctiletých žáků s nedostatečnou úrovní přírodovědné gramotnosti se zvětšil. Deset procent nejlepších českých žáků dosáhlo v přírodovědném testu nižšího počtu bodů než v roce 2006 (Blažek & Příhodová, 2016).

V závěru mezinárodního šetření PISA 2015 je stejně jako v závěru šetření TIMSS z roku 2015 poukázáno na význam badatelských aktivit (konkrétně rozvoj badatelských dovedností) ve výuce: „*Ukázalo se, že čeští učitelé upřednostňují obsahovou znalost předmětů. Proto je potřeba se zaměřit na hledání a rozvíjení takových metodických a didaktických postupů v předmětech, které budou využívat nejen nabytých znalostí, vědomostí žáků, ale budou také rozvíjet jejich badatelské a experimentální dovednosti a schopnosti řešit problémy vycházející z reálných životních situací.*“ (Blažek & Příhodová, 2016)



Obr. 5: Změny ve výsledcích v přírodovědné gramotnosti mezi roky 2006 a 2015 (Blažek & Příhodová, 2016).

PISA 2018

Zatím poslední testování PISA v ČR se uskutečnilo v roce 2018. V tomto roce byla hlavní testovanou oblastí čtenářská gramotnost, okrajově pak matematická a přírodovědná gramotnost (Blažek, Janotová, Potužníková, & Basl, 2019). Do šetření se zapojilo celkem 79 zemí a ekonomických regionů, z nichž 36 je členem OECD a 28 zemí je členem Evropské unie (Blažek et al., 2019).

Pro účely šetření PISA 2018 byla stanovena definice čtenářské gramotnosti: „*Čtenářská gramotnost je schopnost porozumět textu, přemýšlet o něm, posuzovat ho, zabývat se jím a používat ho k dosažení vlastních cílů, k rozvoji vlastních vědomostí a potenciálu a k aktivní účasti ve společnosti.*“ (Blažek et al., 2019)

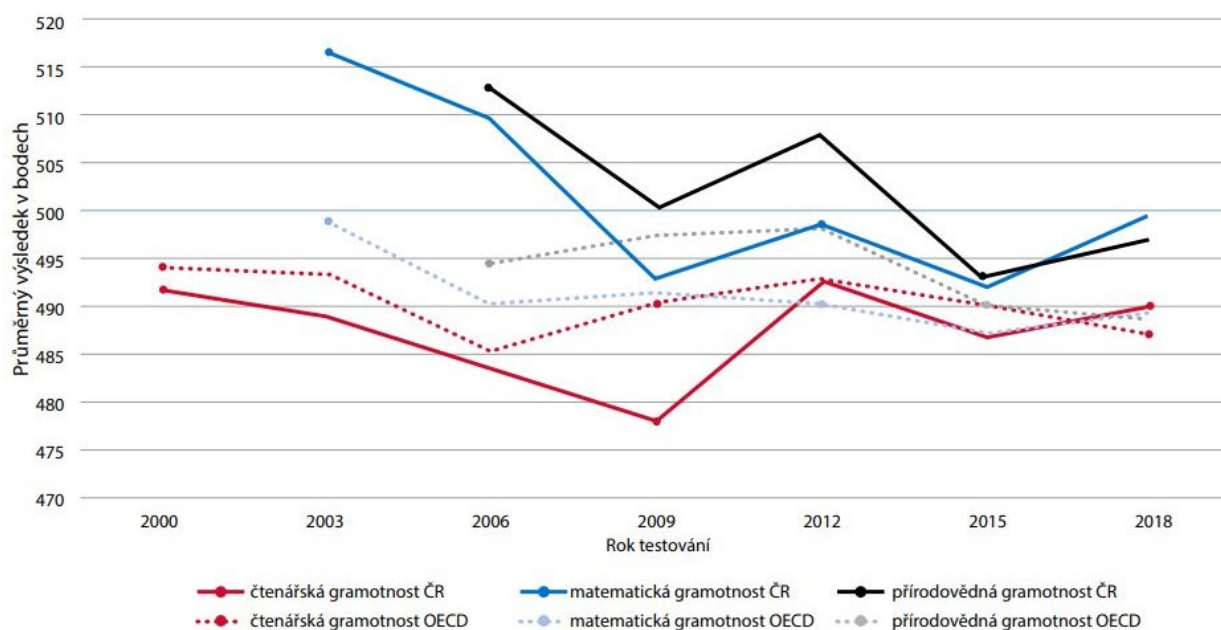
Co se týče čtenářské gramotnosti, bylo zjištěno, že výsledek českých žáků není statisticky významně odlišný od průměru zemí OECD a nedochází k tak velkému snižování hodnoty průměrných výsledků, jako tomu je v přírodovědné a matematické gramotnosti. ČR se oproti roku 2015 nepatrně zlepšila, avšak oproti roku 2000 se nepatrně zhoršila (Blažek et al., 2019).

Co se týče přírodovědné gramotnosti, bylo zjištěno, že výsledek českých žáků, přestože je jen o 4 body vyšší než v cyklu předcházejícím, je statisticky významně nad průměrem zemí OECD (Blažek et al., 2019).

PISA – vývoj výsledků od roku 2000

Změny ve výsledcích českých žáků znázorňuje graf na obrázku 6. Přírodovědná gramotnost byla hlavní doménou testování v roce 2006 a 2015. Dlouhodobý vývoj

výsledků českých žáků v přírodovědné gramotnosti lze popsat jako plochý, vytrvale klesající trend. Z obrázku 6 je patrné, že výsledky žáků v přírodovědné gramotnosti v roce 2018 mají nižší hodnotu než v roce 2006, ale oproti roku 2015 se mírně zlepšily. Za zmínku stojí fakt, že výsledky českých žáků jsou vyšší, než jsou průměrné hodnoty OECD. Bohužel z grafu je patrné, že i průměry OECD se ve všech typech gramotností – přírodovědná, matematická i čtenářská – dlouhodobě snižují (Blažek et al., 2019).



Obr. 6: Změny ve výsledcích českých žáků a průměrů OECD v gramotnostních oblastech od roku 2000 (ČŠI, 2018).

Vzhledem k výsledkům i vzhledem ke změnám, které probíhají ve společnosti a souvisí s rozmachem informačních a komunikačních technologií je vhodné změnit styl výuky. Je zapotřebí odklonit se od tradičních výukových metod k metodám, při kterých jsou žáci více aktivní, při kterých pouze nepřebírají již hotové informace (fakta), ale naučí se s nimi také pracovat. Žáci by se měli naučit sami vyhledávat informace, pracovat s nimi, využívat je při řešení samostatných úkolů. Měli by být samostatnější, cílevědomější, důslednější, přesnější, tvořivější, kreativnější a zvědavější. Zároveň by se měli učit větší spolupráci ve skupině, přijímat a tolerovat názory ostatních spolužáků, zejména těch slabších spolužáků (Apedoe & Reeves, 2006; Hodson, 2007; Krajcik, Blumenfeld, Marx, Bass, Fredricks, & Soloway, 1998; Leonard, Speziale, & Penick, 2001; Nuangchalem & Thammasena, 2009; Papáček, 2010a; Papáček, 2010b; Rastede, 2016; Shami, 2001; Straits & Wilke, 2002). Tomu se nutně musí přizpůsobit i učitelé. Je nutné opustit tradiční způsob výuky a začít implementovat badatelství nebo projektový způsob výuky do školní praxe (Rastede, 2016). Je potřeba naučit se s žáky více spolupracovat, zadávat jim více samostatných úkolů, počítat i s počátečními neúspěchy a neochotou

žáků samostatně experimentovat. Vyučující by měl být v tomto oboru aprobovaný, s velkým přehledem a chutí začít takto měnit metody ve výuce. Jedině tak dokáže dostatečně motivovat žáky k jejich tvůrčí práci.

2.5 Badatelsky orientovaná výuka jako jedna z možných cest k efektivnějšímu vzdělávání?

Před posuzováním vlivu badatelsky orientované výuky na efektivitu vzdělávání, popř. na kvalitu výuky, případně i na žáka jako takového, je vhodné vymezit základní pojmy.

2.5.1 Efektivita vzdělávání

Synonymní pojmy efektivita a efektivnost jsou dva pojmy používané v češtině jako účinnost prostředků do ní vložených z hlediska hodnocení výsledků (Červená, 1978; Petráčková & Kraus, 1995). „Podle Janíka (2012) přípona *-ost* vyjadřuje dlouhodobé trvání, *trvalou vlastnost*, přípona *-ita* spíše momentální stav, *jednorázovost*.“ (Starý & Chvál, 2009, s. 63) Je to pojem s širokým uplatněním. Setkáme se s ním například v ekonomii, psychologii a v pedagogice. Průcha chápe efektivnost v pedagogice jako relaci mezi náklady a účinky, čímž se ztotožňuje s pojetím v ekonomice (Průcha, 1990). Podle Livečky je efektivnost dána dvěma složkami – rezultativní (produktovou), která je určena rozdílem mezi vstupním a výstupním stavem, tj. naučením učiva a cílovým stavem, který je požadován pro výkon činnosti, jenž byl předmětem studia, a nákladovou (nárokovou) efektivitou, která je dána mírou psychofyziologického a společenského úsilí, které je vynaložené na dosažení efektu učení definovaného ve vzdělávacím cíli (Livečka, 1984). Correa (1995) vysvětluje efektivnost vzdělávání jako vztah mezi nabídkou učitelů a poptávkou rodičů. Skalková (1984) vidí otázku efektivnosti výchovně vzdělávacího procesu ve vzájemné spolupráci učitele a žáka ve vhodných podmínkách, se zadanými cíli výuky. Palán (2002) vymezuje efektivitu vzdělávání jako vztah mezi vstupy – stupeň náročnosti přípravy vzdělávací akce a výstupy – dosažený efekt, přínos pro jednotlivce. Kolář et al. (2012, s. 154) definuje efektivitu učení jako: *"Poměr mezi vynaloženými prostředky, časem, úsilím, intenzitou nasazení psychických procesů v učebních činnostech a dosaženými výsledky učebních činností (zvládnuté vědomosti, použitelné pracovní postupy, přijaté postoje)."*

2.5.2 Vztah efektivnosti a kvality výuky

Kvalita výuky je podle Pedagogického slovníku (Průcha, Walterová, & Mareš, 2001) určena všemi parametry vyučování: klima třídy i školy, vzdělávací výsledky, vztah mezi

pedagogem a žákem, pedagogem a rodičem. Průcha (1996) ukazuje na neostrost v rozlišení těchto pojmů, podle něho se význam efektivity a kvality většinou překrývá. Pařízek (1988) kvalitu vzdělávání považuje za důležitý bod ve vědeckém vývoji společnosti, neboť ji lze měřit intenzitou a náročností studia. Na pojem kvalita výuky ve svých dílech poukazuje i Bloom (1973, 1976). Ve své teorii se snaží potlačit ve výuce kvantitu a snaží se o prosazení charakteristik kvality, jako je srozumitelnost, strukturovanost nebo soudržnost. Vyzdvihuje motivační a afektivní cíle: zájem, sebepojetí, postoje, motivace, emoce, žádoucí chování. Někdy je efektivita chápána jako nadřazený pojem kvality, někdy jako podřazený pojem kvality. Starý a Chvál (2009) uvádějí, že jsou reálné obě možnosti a mohou se i prolínat. Bude-li efektivita součástí kvality, hodnotí a posuzuje pedagog efektivitu svých vyučovacích metod. Bude-li kvalita součástí efektivity, sledují se dosažené výsledky žáků.

Wang, Haertel, & Walberg (1993) mezi důležité faktory ovlivňující studijní výsledky žáků uvádějí studijní předpoklady žáků, výukovou praxi, základy z domova a povahu výuky. Levine a Lezotte (1990) sestavili osm klíčových oblastí charakterizujících efektivní školy:

1. *produktivní klima a kultura školy,*
2. *důraz na získávání studijních schopností žáků,*
3. *přiměřené sledování pokroku žáků,*
4. *rozvoj zaměstnanců školy,*
5. *vynikající vedení,*
6. *zapojení rodičů,*
7. *účinná opatření a jejich implementace,*
8. *vysoké očekávání a požadavky na žáky.*

Podobné body ve svých studiích mají i Sammons, Hillman, & Mortimore (1995) a Reynolds, Sammons, Stoll, Barber, & Hillman (1996). Scheerens (2004) ve svém výzkumu efektivity vzdělávání poukazuje na nutnost vyučování dovednostem, na konstruktivistický přístup, na vytváření vhodných výukových materiálů a zvyšování motivace žáků. Podle Starého a Chvála (2009) se do popředí dostávají badatelské učební situace v reálných podmínkách školní výuky, které vyžadují experimentální výzkumy. Konstruktivistickými přístupy ve výuce přírodovědných předmětů zaměřených na rozvoj přírodovědné gramotnosti se ve svých výzkumech zabývá celá řada autorů (Ebenezer & Puvirajah, 2005; Irwin, 2000; Weaver, 1998; Wu & Tsai, 2005).

2.5.3 Motivace žáků jako jeden z indikátorů kvality výuky

Jak již bylo uvedeno výše, Bloom (1973, 1976) a též Scheerens (2004) ve spojení s kvalitou výuky poukazují mimo jiné též na zvyšování motivace žáků. Sledování změny motivace v průběhu didakticky pojatého výzkumu by mohlo být jedním z indikátorů posuzování kvality výuky.

„Motivaci chápeme jako proces usměrňování, udržování a energetizace chování, který vychází z biologických zdrojů. Motivace je nejčastěji chápána jako proces zvýšení nebo poklesu aktivity, mobilizace sil, energetizace organismu. Projevuje se napětím, neklidem, činností směřující k porušení rovnováhy. V zaměření motivace se uplatňuje osobnost jedince, jeho hierarchie hodnot i dosavadní zkušenosti, schopnosti a naučené dovednosti. Za nežádoucí motivaci jsou považovány strach, úzkost a bolest.“ (Hartl & Hartlová, 2000, s. 328)

Motivace je pro žáka jednou z nejdůležitějších podmínek úspěšného vzdělávání. Správná motivace zlepšuje jeho snahu, úsilí, výkon a vede k efektivnímu učení. Žák si rychleji zapamatuje větší množství získaných informací. Některé informace si sám i vyhledává a následně ověřuje. Naopak špatná nebo nedostatečná motivace může mít opačný výsledek. Žák se přestává učit, ve škole se „nudí“ a vyrušuje. Je toho názoru, že probírané učivo nikdy v životě nebude potřebovat (Krejčová, 2011).

Motivaci lze dělit na intrinsické (vnitřní) a extrinsické (vnější) druhy motivace (Fontana, 1997).

2.5.3.1 Vnější motivace

Vnější motivace vychází z okolí žáka (Fontana, 1997; Hayes, 2003). Vnější motivace představuje při učení situaci, kdy se jednotlivec neučí z vlastního zájmu, ale pod vlivem vnějších motivačních činitelů (Lokšová & Lokša, 1999). Tato motivace ve školním prostředí obvykle zahrnuje známkování, vysvědčení, sdělení rodičům, testy, zkoušení a samozřejmě pochvalu (Fontana, 1997).

Chování motivované vnějšími motivačními činiteli je ve své podstatě instrumentální – je nástrojem pro dosažení nějakých vnějších motivačních činitelů, např. odměny nebo vyhnutí se trestu. Při řízeném (školním) učení se žáci často učí pod vlivem vnější motivace. Žáci s převládající vnější motivací k učení projevují o mnoho vyšší úzkostnost, horší přizpůsobení školnímu prostředí, menší sebevědomí a nižší schopnost vyrovnat se s neúspěchem ve škole než žáci s převládající vnitřní motivací k učení (Svatoňová, 2016).

2.5.3.2 Vnitřní motivace

Vnitřní motivace vychází zevnitř člověka (Fontana, 1997; Hayes, 2003). O vnitřní motivaci hovoříme tehdy, když člověk vykonává určitou činnost jen kvůli ní samé, aniž by očekával jakýkoliv vnější podnět, ocenění, pochvalu nebo jinou odměnu, vychází tedy ze zájmů žáka a z jeho potřeb získat nové informace. Vnitřní motivace také souvisí s primárními potřebami žáka, jako je hlad nebo žízeň (Madsen, 1979). To označujeme jako fyziologické potřeby a s těmi se člověk narodí. Postupem času si sestavuje tzv. žebříček hodnot. Zjišťuje, co je pro něho důležité, čím se chce zabývat, a co je pro něho prospěšné. Bývá často ovlivňován rodinou a prostředím, kde vyrůstá. Vnitřní motivace může být tedy vrozená nebo naučená (Lokšová & Lokša, 1999). Žák s přibývajícím věkem projevuje zájem o věci a děje kolem sebe, má potěšení z dobře vykonané práce, usiluje o pochvalu druhých, nejčastěji rodičů, snaží se být důležitým pro sebe a své okolí, i když cítí tlak okolí, aby nezklamal, aby se prosadil. Chce být něčím prospěšný a užitečný. *„Vnitřní motivace je považována za optimální stimulaci pro učení. Předpokládá se, že má pozitivní vliv na učení. Srovnáme-li ji s vnější motivací, která má instrumentální povahu, vnitřní motivace vede k intenzivním a trvalým studijním aktivitám a díky nim zkvalitňuje výsledky učení.“* (Čapek, 2010, s. 216) Správně motivovaný žák se chce učit a ví, že se učí sám pro sebe. Vychází to z jeho nitra, z jeho přesvědčení (Fontana, 2003). Takový žák jeví velký zájem o nové poznatky, sám si vyhledává nové informace na internetu, čte odbornou literaturu, sleduje dokumentární pořady, komunikuje s odborníky v daném oboru, zkouší jednoduché pokusy, diskutuje s vyučujícím i vrstevníky. Takový žák je ochoten vkládat velké úsilí a hodně času do řešení problému. V okamžiku, kdy takový žák pochopí podstatu zadaného úkolu, začne prohlubovat i své dovednosti. Z daného úkolu je zábava, má radost ze svých výsledků, je vnitřně uspokojený z dobře vykonané práce. I v případě neúspěchu takto namotivovaný žák svůj úkol nevzdává, naopak se snaží pokračovat ve svém započatém úsilí dosáhnout správného výsledku (Borphy, 2010). Probudit u dětí vnitřní motivaci může pouze pedagog, který má rád svou práci, ve svém oboru je odborníkem a nebojí se před žáky přiznat, že něco nezná, nebo že se spletl. V takové atmosféře žáci pracují uvolněně, bez jakéhokoliv tlaku na jejich osobnost (Lokšová & Lokša, 1999) a pracuje se dobře také učiteli. Žáci si nové informace zpracovávají mnohem hlouběji a důkladněji a tím si je mnohem lépe zapamatovávají a osvojují (Lepper, 1988).

2.5.4 Vliv badatelsky orientovaného vyučování na kvalitu výuky v přírodovědných předmětech – výsledky vyplývající z doposud zveřejněných výzkumů

2.5.4.1 Situace v zahraničí

Efektivitou badatelsky orientované výuky se zabývalo a stále zabývá velké množství výzkumných prací.

Již v 80. letech 20. století bylo publikováno několik meta-analýz, které shrnovaly výhody založené na implementaci BOV do jednotlivých přírodovědných předmětů. Studie v tomto období dokazovaly jednoznačný pozitivní vliv na kognitivní rozvoj žáků (Wise & Okey, 1983), vědomostní výsledky (Lott, 1983; Shymansky, Hedges, & Woodworth, 1990; Shymansky, Kyle, & Alport, 1983; Weinstein, Boulanger, & Walberg, 1982), vědecké dovednosti (Bredderman, 1983; Padilla, Okey, & Garrand, 1984) a též i na pozitivnější vnímání přírodovědných předmětů a celkového postoje ke škole (Jaus, 1977; Selim & Shrigley, 1983).

Wise a Okey (1983) analyzovali řadu metodik ve své meta-analýze ve vztahu k dosaženým výsledkům a zjistili pozitivní efekt BOV ve srovnání s tradičními metodami; nicméně termín „tradiční výuka“ nebyl definován. Nejasné vymezení kontrolní výuky či dokonce absence této výuky vedlo též k neprůkaznosti srovnávacích studií či nemožnosti je generalizovat.

Hattie (2009) publikoval monografii, ve které mimo jiné provedl syntézu čtyř meta-analýz publikovaných mezi lety 1983 a 1990, které zahrnovaly celkem 205 studií zaměřených na zjišťování efektivity BOV ve vztahu k dosaženým výsledkům (Bangert-Drowns & Bankert, 1990; Shymansky et al., 1990; Sweitzer & Anderson, 1983). Hattie (2009) zjistil, že největší pozitivní dopad má BOV na žáky 1. stupně základní školy a s rostoucím věkem žáků klesá.

Furtak, Seidel, Iverson, & Briggs (2012) provedli další meta-analýzu 37 prací, publikovaných mezi lety 1996 a 2006, na základě které zjistili pozitivní dopad BOV ve vztahu k dosaženým výsledkům.

Minner, Lewy, & Century (2010) analyzovali 138 prací publikovaných v letech 1984 až 2002 za účelem vyřešení výzkumné otázky: *Jaký je dopad BOV přírodovědných předmětů na výsledky žáků základních škol?* Závěry meta-analýzy ukazují jasný, pozitivní trend upřednostňující badatelsky orientovaný přístup, který je založen na aktivním myšlení žáků. Výukové strategie, které aktivně zapojují studenty do procesu

učení prostřednictvím vědeckých výzkumů, s větší pravděpodobností zvýší koncepční porozumění než strategie, které se spoléhají na pasivnější techniky.

Chang & Mao (1999) porovnávali efektivitu badatelsky orientované výuky u žáků taiwanských středních škol. Porovnávali dvě skupiny žáků. První pracovala tradiční metodou s frontálním výkladem pedagoga a druhá pracovala s prvky badatelsky orientované výuky. Obě skupiny byly na závěr porovnávány vědomostním testem, který prokázal signifikantně lepší výsledky druhé skupiny. U těchto žáků byl následně zjištěn celkově pozitivnější vztah k přírodovědným předmětům (Chang & Mao, 1999).

Byly publikovány též studie, které poukazovaly na pozitivní vliv BOV na rozvoj motivace související se vzděláváním (Palmer, 2009; Tuan, Chin, Tsai, & Cheng, 2005).

Bylo prokázáno, že žáci, kteří mají zvýšený zájem o přírodovědné předměty, se snaží více studovat přírodní jevy (Berg, Bergendahl, Lundberg, & Tibell, 2003; Klahr & Nigam, 2004) a porozumět jim (Khishfe & Abd-Al-Khalick, 2002).

Bylo zjištěno, že vnější motivační postoje k vědě o učení, jako je motivace související s budoucí kariérou, se rozvíjí již v předškolním věku (Andre, Whigham, Hendrickson, & Chambers, 1999). Andre et al. (1999) doporučili řešit tento problém v raných stádiích vzdělávání na základní škole prostřednictvím rodičovské výchovy a zvýšeného využívání prvků badatelsky orientované výuky. Tuan et al. (2005) ve své studii zaznamenal, že implementace BOV do vzdělávání má pozitivní vliv na žáky 8. ročníků ve vztahu k jejich postoji k přírodovědným předmětům. Taktéž se ukázalo, že badatelský přístup má pozitivní vliv na celkové sebevědomí žáka v oblasti přírodovědného vzdělávání (Madden, 2011; Patrick, Mantzicopoulos, & Samarapungavan, 2009). Na pozitivní vliv BOV na postoj žáka k přírodovědným předmětům poukazují i další autoři, např. Jaus, 1977; Kane, 2013; Selim & Shrigley, 1983; Shrigley, 1990; Summerlee & Murray, 2010; Wang, Wu, Yu, & Lin, 2015.

Někteří autoři ve svých studiích porovnávali v rámci laboratorních prací odlišné stupně bádání.

Sadeh a Zion (2009) pozorovali efektivitu otevřeného bádání v porovnání s bádáním nasměrovaným. Experiment byl realizován po dobu dvou let ve výuce předmětu biologie u žáků izraelské střední školy. Jasně se prokázalo, že skupina, která se učila badatelskou výukou, lépe porozuměla vědeckým postupům i biologickým procesům a preferovala otevřené bádání.

Ve stejném období probíhala tato studie u amerických univerzitních studentů v rámci semestrálního kurzu obecné chemie (Chatterjee, Williamson, Mccann, & Peck, 2009).

Výsledky byly opačné – studenti upřednostňovali nasměrované bádání před otevřeným bádáním.

O rok později uskutečnili Cobern, Schuster, Adams, Applegate, Skjold, Undreiu, Loving... Gobert (2010) dvoutýdenní testování u amerických středoškoláků. Sledovali úroveň znalostí a dovedností v rámci laboratorních prací, kde experimentální skupina řešila otevřené badatelské úlohy a kontrolní skupina řešila potvrzující a nasměrované badatelské úlohy. Po vyhodnocení výsledků nebyl zaznamenán žádný rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou (Cobern et al., 2010).

V témže roce Blanchard, Sotherland, Osborne, Sampson, Annetta a Granger (2010) provedli výzkum na dvanácti různých amerických středních školách u 1700 studentů. Porovnávali úroveň znalostí vlivem nasměrovaného a potvrzujícího bádání. Zde jednoznačně lepších výsledků dosáhli studenti pracující s nasměrovaným bádáním, než studenti pracující s úlohami s potvrzujícím bádáním.

Další kombinací je vliv strukturovaného a nasměrovaného bádání, které sledoval Bunterm, Lee, Ng, Kong, Srikoon, Vangpoomyai, Rattanavongsa a Rachahoon (2014) na třech středních školách v severovýchodním Thajsku. Žáci 14 až 15 hodin řešili badatelské úlohy. Z rozboru výsledků didaktického testu se ukázalo, že skupina pracující s úlohami na úrovni nasměrovaného bádání mnohem lépe porozuměla obsahu a tím i lépe zvládla praktické úkoly spojené s vědeckou prací.

Velice významnou studii mezi jednotlivými státy uskutečnili Lederman, Abell a Akerson (2008). Učitelům ve Švédsku a ve Spojených státech zadali jednotné téma, které v rámci vyučovacích hodin vyučovali tradiční výukou – potvrzujícím bádáním, nasměrovaným bádáním nebo kombinací obou stupňů bádání. Jako nejefektivnější se ukázala výuka s kombinací obou stupňů bádání (potvrzujícím a nasměrovaným). Ze statistického hlediska však není tento rozdíl signifikantně významný (Lederman et al., 2008).

Z realizovaných výzkumů je možné odvodit, že čím vyšší je stupeň bádání, tím je výuka efektivnější pro osvojení dovedností a pro rozvoj porozumění vědeckému obsahu (Blanchard et al., 2010; Chang & Mao, 1999; Sadeh & Zion, 2009).

Na jedné straně existují jednoznačné studie o pozitivním vlivu badatelsky orientované výuky ve výuce, které kladně ovlivňují přístupy žáků k přírodovědným vědám, k osvojení dovedností a znalostí žáků, k jejich kritickému myšlení, ke způsobu učení a řešení problémů (Blanchard et al., 2010; Chang & Mao, 1999; Minner et al., 2010; Schroeder, Scott, Tolson, Huang, & Lee, 2007; Tuan et al., 2005), na druhé straně byly

publikovány též studie, které signifikantní vliv badatelsky orientované výuky na učení žáků a jejich výsledky již nedokazovaly, nebo je dokonce označily za negativní (Chall, 2000; Kirschner, Sweller, & Clark, 2006; Klahr & Nigam, 2004; Moreno, 2004).

Schneider, Krajcik, Marx a Soloway (2002) porovnávali skupiny žáků vyučovaných tradiční výukou s žáky vyučovanými výukou s badatelskými prvky. Výsledky neprokázaly signifikantní rozdíl mezi skupinami. Skupina pracující s badatelskými úlohami měla stejné, případně mírně lepší výsledky, než skupina pracující bez badatelských prvků výuky (Schneider et al., 2002).

Negativní korelace mezi BOV a dosaženými výsledky byly nalezeny na základě šetření PISA 2006 (Areepattamannil, 2012; Areepattamannil, Freeman, & Klinger, 2011; Gee & Wong, 2012; Lavonen & Laaksonen, 2009;). K témuž závěru dospěli též autoři McConney, Oliver, Woods-McConney, Schibeci a Maor (2014), kteří provedli analýzu dat od 40000 studentů v Austrálii, Kanadě a na Novém Zélandu a taktéž autoři Cairns a Areepattamannil (2019) ve studii 54 zemí zahrnujících 170 474 žáků.

Kritici tohoto způsobu výuky (Chall, 2000; Kirschner et al., 2006; Klahr & Nigam, 2004; Moreno, 2004) se domnívají, že žáci potřebují zcela konkrétní odborné vedení při celém procesu učení se. Výuku s badatelskými prvky označili za méně efektivní. Své tvrzení zdůvodňují tím, že žák, který se začíná učit, by měl mít k dispozici přesný návod a postup práce. Neměl by hned samostatně objevovat postupy práce (Cronbach & Snow, 1977; Klahr & Nigam, 2004; Mayer 2004; Sweller, 2003).

Kirschner et al. (2006) též poukazuje na možný rozvoj miskonceptů a získávání znalostí bez souvislostí.

Pokud žáci s minimálními znalostmi o daném tématu a s minimálním množstvím instrukcí k řešení daného úkolu začnou samostatně hledat metodiku, mohou se v postupu ztratit. To by mohlo vést až k negativnímu postoji žáka nejen k danému tématu, ale i k celému předmětu (Brown & Campione, 1994; Kalyuga, Ayres, Chandler, & Sweller, 2003).

To ve své studii potvrdili i Klahr a Nigam (2004), kteří na čtyřech amerických základních školách pracovali se žáky třetího a čtvrtého ročníku. Jejich experimenty byly na úrovni potvrzujícího a otevřeného bádání. Při zhodnocování práce se žáci shodli na tom, že jim více vyhovovalo potvrzující bádání s přímým vedením vyučujícího.

Někteří autoři poukazují na větší časovou náročnost při implementaci badatelských aktivit do výuky (Kleve, 2007; Petr, 2014b).

2.5.4.2 Situace v České republice

Zavádění BOV do přírodovědných předmětů probíhá v České republice zhruba posledních deset let. Jeden z prvních publikovaných výzkumů, který sledoval hodnocení tohoto způsobu výuky, je: „*Přínos badatelsky orientovaného vyučování (BOV) pro environmentální výchovu: Případová studie implementace BOV do výuky na ZŠ*“ autorky Ryplové a Rehákové (2011). Autorky vytvořily výukový program s prvky BOV na interaktivní tabuli. Výuka probíhala v sedmých třídách základní školy v předmětu environmentální výchova. Výzkumu se celkem zúčastnilo 57 žáků ze tří základních škol, kteří byli rozděleni do dvou skupin. „*První skupina absolvovala výuku s uplatněním výukového programu pro interaktivní tabuli sestaveného podle principů badatelsky orientovaného vyučování. Paralelně byly druhé skupině tytéž informace prezentovány formou frontální výuky bez využití principů BOV.*“ (Ryplová a Reháková, 2011, s. 4) K hodnocení výuky použily didaktický test, který potvrdil pozitivní vliv BOV na stupeň znalostí u žáků první skupiny.

Lechová (2014) ověřovala vliv badatelsky orientované výuky u žáků 3. ročníku Gymnázia v Košicích v předmětu chemie. Studie byla zadána ve dvou třídách tohoto ročníku s tím, že jedna ze tříd byla kontrolní skupinou, druhá pak skupinou experimentální. Celkem se výzkumu zúčastnilo 50 žáků vyššího gymnázia. K potvrzení hypotézy, že žáci experimentální skupiny budou mít na konci výuky větší znalosti, které jim i déle vydrží, použila autorka vědomostní testy. Analýza těchto testů hypotézu nepotvrdila. Ukázala srovnatelnou vědomostní úroveň žáků experimentálních i kontrolních skupin, ale potvrdila se hypotéza, že žáci experimentálních skupin si i po třech měsících po probraném tématu učivo pamatují lépe než žáci kontrolních skupin. Předpoklad, že žáci z experimentálních skupin budou mít větší zájem o přírodovědné předměty, ověřovala autorka pomocí škálového dotazníku. Tato hypotéza se jednoznačně potvrdila. Zda žáci hodnotí pozitivně badatelsky orientovanou výuku, ověřovala autorka vlastním dotazníkem. Žáci pozitivně hodnotili výuku s BOV a doporučili tímto způsobem vyučovat předmět chemii i nadále.

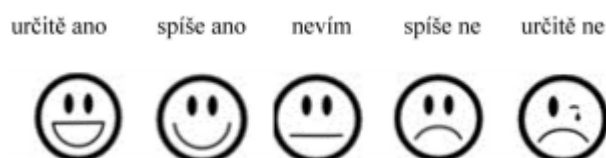
Škoda, Doulík, Bílek, & Šimonová (2015) hodnotili efektivitu badatelsky orientované výuky v závislosti na motivačním typu žáka. Motivační typy posuzovali podle hodnotících parametrů Plamínka (2008). Výzkum byl realizován na patnácti školách, u 395 patnáctiletých žáků po dobu pěti měsíců v předmětu přírodopis. Autoři výzkumu žáky testovali pomocí pretestu – před zahájením výuky, posttestu1 – ihned po ukončení výuky s prvky BOV a posttestem2 – po čtyřech měsících po uplynutí výuky s prvky BOV. Vyhodnocené výsledky posttestu1 ukázaly největší efektivitu výuky s BOV

u žáků usměrňovatelského a objevovatelského typu, tedy u žáků, kteří usilují o vliv na své okolí či přijímají výzvy a překonávají překážky. Po čtyřech měsících z vyhodnocení posttestu² byl prokázán největší vliv výuky s BOV u žáků s usměrňovatelským motivačním typem (žáci, kteří usilují o vliv na své okolí) (Škoda et al., 2015).

Zámečnicková (2016) sledovala vliv badatelsky orientované výuky chemie u 27 žáků třetího ročníku osmiletého gymnázia. Pro stanovení vstupních dovedností byl použit didaktický test z chemie pro základní školu (Řezníčková, Cídllová, Čížková, Čtrnáctová, Čudová, Hanus, ... Trnová, 2013), ze kterého vyplývá, že obecné chemické dovednosti jsou u těchto žáků na velmi dobré úrovni. Následně bylo použito sebehodnocení žáků, hodnocení obtížnosti učení chemie, zájem o výuku chemie, reakce žáků na práci pomocí IBSE, posuzování vlastní schopnosti učit se, hodnocení vlastních dovedností, analýza žákovských protokolů a sebehodnotící dotazník. Ve všech měřeních se výsledky v testech zlepšovaly. *„Užití IBSE mělo tedy vliv na zlepšující se vnímání předmětu chemie jako předmětu důležitého, ale hlavně se v představách žáků spojoval s běžným životem a praktickými jevy kolem nich. Badatelské dovednosti žáků se zlepšovaly stejně jako spolupráce ve skupině a prezentační dovednosti. Stále ovšem platí, že vše nové je pro žáky zajímavé a nadměrné užití pouze jednoho přístupu by vedlo opět ke ztrátě jejich zájmu. Způsob práce, při kterém jsou žáci konstruktéry vlastního vzdělávání, se však ukazuje jako vysoce motivační. Při vlastním vytváření hypotéz a jejich ověřování dochází k lepšímu osvojení nových poznatků a jejich propojení s dosavadními znalostmi.“* (Zámečnicková, 2016, s. 128)

Vácha a Ditrich (2016) sledovali efektivitu BOV ve výuce u žáků čtvrtého ročníku základních škol. Výzkum byl realizován celkem na čtyřech základních školách vždy ve dvou paralelních třídách s vazbou na prostředí školní zahrady. Efektivita BOV v prostředí školních zahrad byla sledována u 73–75 žáků experimentální skupiny a 70–72 žáků kontrolní skupiny. Obsah sledovaného tématu spadl do předmětu přírodověda. Ke zjišťování subjektivních názorů žáků autoři výzkumu použili pětistupňový dotazník Likertova typu (viz obrázek 7) uzpůsobený věku žáků primárního stupně (ISCED 1) základních škol (Reynolds-Keefe, Johnson, Dickenson, & McFadden, 2009). Dotazníkem zjišťovali, zda žáky výuka bavila a zda by takový typ výuky uvítali ve vyučování častěji. Vliv účinnosti badatelsky orientované výuky byl zjišťován pomocí pretestu (před výukou) a posttestu (po skončení výuky). Subjektivní hodnocení zábavnosti výuky bylo vždy kladněji hodnoceno v experimentální skupině (výuka obohacená o prvky BOV), ale interakce typu výuky a tematické oblasti významný vliv neměla. Vliv typu výuky, po analýze pretestů a posttestů, jasně ukázal na

skutečnost, že BOV má statisticky prokazatelný vliv na osvojování vědomostí, dovedností a znalostí u žáků na primárním stupni základních škol. Autoři upozorňují i na skutečnost, že badatelsky orientované vyučování by mohlo vést ke kladnějšímu přístupu žáků k přírodovědným předmětům, ale mělo by docházet k častějšímu opakování zařazování badatelsky orientované výuky do vyučování, jinak bude tento způsob výuky pro žáky složitý a abstraktní.



Obr. 7: Škála dotazníku Likertova typu pro žáky na primárním stupni základních škol (Vácha & Ditrich, 2016).

Rokos (2017) sledoval efektivitu BOV u 145 žáků základních škol a nižšího stupně gymnázií v předmětu biologie a 168 studentů vysokých škol v biologicky zaměřeném předmětu. I zde byli žáci a studenti rozděleni do kontrolní skupiny – pracovali podle návodu a pod vedením učitele a experimentální skupiny – s badatelsky orientovanou výukou. K vyhodnocení efektivity BOV ve výuce byl vytvořen jeden pretest a dva posttesty. Pretest byl zadán žákům před zahájením výuky, první posttest 14 dní po ukončení experimentální výuky a druhý posttest byl zadán po 10 až 11 měsících. Analýzy pretestů a posttestů prokázaly jen nepatrně lepší osvojení znalostí u žáků i studentů experimentálních skupin. Signifikantně efektivněji se projevilo osvojení vědeckých dovedností u žáků z nižšího stupně gymnázia a studentů vysokých škol, nikoliv u žáků ze základních škol. Z Rokosových výsledků vyplývá, že efektivita BOV je ovlivněna i vzdělávacím stupněm. Využití BOV je nejúčinnější na gymnáziu, konkrétně, jak ze studie plyne, na nižším gymnáziu, kde byl průzkum uskutečněn.

Radvanová (2017) porovnávala efektivitu badatelsky vedené a tradičně vedené výuky u žáků vyššího gymnázia v předmětu biologie. K analýze výsledků použila pretesty před samotnou výukou, posttest1 byl zadán 1 až 2 týdny po výuce, posttest2 šest měsíců po výuce. Po vyhodnocení dotazníků byly zaznamenány signifikantní rozdíly mezi skupinami, a to vždy ve prospěch experimentální skupiny. Autorka tak dokazuje přínos badatelsky orientované výuky zejména v oblasti rozvoje kognitivních dovedností, ale současně poukazuje na „nedostatečné vyjadřovací schopnosti a nepřesné formulace odpovědí žáků a dále pak na nedostatky v argumentačních dovednostech žáků.“ (Radvanová, 2017, s. 3)

2.6 Výzkumná metoda a nástroje na zjištění efektivity badatelsky orientované výuky

V disertační práci byl základní výzkumnou metodou zvolen pedagogický experiment, který patří mezi kvantitativně orientované výzkumné metody (Gavora, 2000).

Podle realizovaného šetření byly sestaveny dva experimentální plány. Pro první výzkumné šetření byl sestaven experimentální plán s použitím postdotazníku, pro druhé výzkumné šetření byl sestaven experimentální plán s použitím pretestu, posttestu a postdotazníku.

Kromě kvantitativního výzkumu byl realizován též kvalitativní výzkum – interview vyučující (autorky práce) s žáky.

2.6.1 Pretesty a posttesty

V rámci disertační práce byla vytvořena sada didaktických testů, které byly zadávány formou vstupních pretestů a výstupních posttestů. Pretest je vstupní test zadávaný subjektům před experimentálním působením. Posttest je závěrečný test zadávaný subjektům po experimentálním působení (Gavora, 2000).

Didaktické testy ve formě pretestů a posttestů jsou častým nástrojem, s jehož pomocí lze spolehlivě měřit transfer znalostí (Radvanová, 2017).

U testových položek pretestů i posttestů je třeba zhodnotit validitu (správnost) a následně posoudit reliabilitu (spolehlivost) zadaného testu.

„Validita znamená schopnost výzkumného nástroje zjišťovat to, co zjišťovat má.“ (Gavora, 2000) Jeřábek a Bílek (2010) definují validitu testu jako vlastnost testu, která *„ověřuje jen to, co má být skutečně ověřováno.“* Gavora (2000) rozeznává tzv. obsahovou a konstruktovou validitu. Obsahová validita stanoví, do jaké míry je obsah výzkumného nástroje v souladu s obsahem zjišťované oblasti. Konstruktová validita stanovuje, zda výzkumný nástroj měří konstrukt (např. vědomost), kterou má měřit. Obsahovou i konstruktovou validitu lze stanovit panelem expertů. Experti (panelisté) poté porovnávají, co by mělo být ve výzkumném nástroji, s tím, co v něm doopravdy je, a taktéž se vyjádří, do jaké míry výzkumný nástroj odpovídá danému konstrukt (Gavora, 2000).

„Reliabilita znamená přesnost a spolehlivost výzkumného nástroje.“ (Gavora, 2000) Spolehlivost spočívá v tom, že za týchž podmínek by měl didaktický test poskytovat stejné (velmi podobné) výsledky (Chráška, 1999). Jednou z možností, jak zjistit

reliabilitu didaktického testu, je výpočet vnitřní konzistence prostřednictvím koeficientu Cronbachova alfa. Cronbachovo alfa, jinak také nazývané jako koeficient reliability „může nabývat hodnot od 0 (pro případ naprosté nespolehlivosti a nepřesnosti didaktického testu) až po hodnoty blízké 1 (pro případ maximální spolehlivosti a přesnosti didaktického testu.“ (Chráška, 2007)

2.6.2 Dotazník vnitřní motivace

Věk sledovaných žáků, kteří byli zapojeni do prvního či druhého výzkumu, byl v rozmezí 13 až 15 let. Toto období vývoje je označováno jako starší školní věk, období puberty, ale také období formálního myšlení. Žáci již zvládají vnímat text, negaci věty, rozumí logickým úlohám i zadání úkolů. Proto je možné u takto starých žáků používat jednoduché dotazníkové metody. Otázky v dotazníku musí být formulovány jednoznačně, specificky, bez dvojnárodných slov (Scott, 1997). Při vyplňování dotazníku by měli mít žáci pocit svobodného rozhodování, dostatek času na vnímání podstaty a významu otázek.

Jednou z možností, jak zjistit vnitřní motivaci žáků ve vztahu k laboratorní úloze, je použití standardizovaného dotazníku: Intrinsic Motivation Inventory (IMI – Dotazník vnitřní motivace) (McAuley et al., 1989; Ryan, 1982). Ten mimo jiné hodnotí zájem o práci, pocit porozumění probíranému obsahu, ochotu vkládat úsilí do plnění úkolů, pocit tlaku a napětí při práci a vnímání významu probírané látky. Kompletní nástroj obsahuje 45 položek (tvrzení), které jsou rozděleny do sedmi škál. Pro každé tvrzení byla navržena sedmibodová škála, prostřednictvím které respondent vyjadřuje míru souhlasu s tímto tvrzením (Pintrich, Smith, Garcia, & McKeachie, 1991; Ryan, 1982). Míru souhlasu žáci vyznačovali zaškrtnutím číslice 1 až 7 s tím, že číslice 1 znamenala „naprostý nesouhlas s tvrzením“ a číslice 7 „naprostý souhlas s tvrzením“. Ze 45 tvrzení je 16 takzvaně „reverzních“, označených (R), viz tabulka 4. Skóre u těchto otázek probíhá opačným způsobem (například: skóre u normální otázky je 1 → skóre u reverzní otázky je 7; 2 → 6; 3 → 5; 4 → 4; 5 → 3; 6 → 2; 7 → 1).

Tab. 4: Dotazník vnitřní motivace – kompletní nástroj (McAuley et al., 1989; Ryan, 1982).

Interest/Enjoyment	
I enjoyed doing this activity very much.	
This activity was fun to do.	
I thought this was a boring activity.	(R)
This activity did not hold my attention at all.	(R)
I would describe this activity as very interesting.	
I thought this activity was quite enjoyable.	
While i was doing this activity, i was thinking about how much i enjoyed it.	
Perceived Competence	
I think i am pretty good at this activity.	
I think i did pretty well at this activity, compared to other students.	
After working at this activity for awhile, i felt pretty competent.	
I am satisfied with my performance at this task.	
I was pretty skilled at this aktivitiy.	
This was an activity that i couldn't do very well.	(R)
Effort/Importance	
I put a lot of effort into this.	
I didn't try very hard to do well at this activity.	(R)
I tried very hard on this activity	
It was important to me to do well at this task.	
I didn't put much energy into this.	(R)
Pressure/Tension	
I did not feel nervous at all while doing this.	(R)
I felt very tense while doing this activity.	
I was very relaxed while doing these.	(R)
I was anxious while working on this task.	
I felt pressured while doing these.	
Perceived Choice	
I believe i had some choice about doing this activity.	
I felt like it was not my own choice to do this task.	(R)
I didn't really have a choice about doing this task.	(R)
I felt like i had to do this.	(R)
I did this activity because i had no choice.	(R)
I did this activity because i wanted to.	
I did this activity because i had to.	(R)
Value/Usefulness	
I believe this activity could have some value to me.	
I think that doing this activity is useful for _____.	
I think this is important to do because it can _____.	
I would be willing to do this again because it has some value to me.	
I think doing this activity could help me to _____.	
I believe doing this activity could be beneficial to me.	
I think this is an important activity.	
Relatedness	
I felt really distant to this person.	(R)
I really doubt that this person and i would ever be friends.	(R)
I felt like i could really trust this person.	
I'd like a chance to interact with this person more often.	
I'd really prefer not to interact with this person in the future.	(R)
I don't feel like i could really trust this person.	(R)
It is likely that this person and i could become friends if we interacted a lot.	
I feel close to this person.	

2.6.3 Statistické zpracování dat – zkoumání statistické a věcné významnosti

Vzhledem k tomu, že se výzkumná část práce opírá o výsledky kvantitativního výzkumu, jsou níže uvedeny použité statistické metody a dále jsou vysvětleny pojmy statistická a věcná významnost.

Pro účely disertační práce byly použity následující statistické metody: Výpočet Pearsova i Spearmanova korelačního koeficientu (Hendl, 2004); dvojvýběrové testy: Studentův t -test a Wilcoxonův test a párové testy: Párový t -test a Mannův–Whitneyův U test (Mann & Whitney, 1947).

Závěry v disertační práci realizovaných výzkumů jsou uváděny vždy s ohledem na statistickou významnost (resp. na zobecnitelnost výsledku na zkoumanou populaci) a též na věcnou významnost (resp. na velikost zkoumaného vlivu neboli zjištění, zda má zkoumaný vliv praktický význam). Jinými slovy řečeno, statistická významnost řeší, zda je výsledek zobecnitelný na populaci (platný v populaci), kterou zkoumáme (tj. statisticky významný). Věcná významnost pak řeší, zda je námi navržený závěr i věcně významný, tj. zda má námi zjištěná informace praktický význam (Soukup, 2016).

K tomu, abychom zjistili, zda je výsledek věcně významný, a pokud ano, pak nakolik, je třeba použít míru věcné významnosti. Podle povahy naměřených dat a podle volby příslušného statistického testu lze volit příslušnou míru věcné významnosti. Mezi použité míry věcné významnosti patřily: Cohenovo d , Pearsonův korelační koeficient r , Spearmanův korelační koeficient ρ , koeficient r pro neparametrické testy a koeficient η^2 .

3 Metodologie

Disertační práce se skládá ze dvou na sebe navazujících výzkumných šetření, jejichž cílem bylo zjistit, jaký vliv má implementace badatelsky orientované výuky do školního vzdělávání na motivaci žáka a též na míru jeho získaných poznatků.

Cílem prvního výzkumného šetření bylo vytvořit, ve školní praxi ověřit a následně zhodnotit jednu badatelskou úlohu. Úloha byla zaměřena na elektrolýzu vodných roztoků vybraných solí.

Cílem druhého výzkumu realizovaného v disertační práci bylo zjistit, jaký vliv má implementace badatelsky orientované výuky do školního vzdělávání na motivaci žáka a též na míru jeho získaných poznatků ve srovnání s tradičně vedenou laboratorní výukou.

3.1 Metodologie prvního výzkumného šetření

3.1.1 Cíle a výzkumné otázky prvního výzkumného šetření

Cílem prvního výzkumného šetření bylo: **Navrhnout, ve školní praxi ověřit a následně zhodnotit jednu badatelskou úlohu.** Úloha byla navržena pro nasměrovaný typ bádání (použitá terminologie dle Buck et al., 2008) a byla zaměřena na elektrolýzu vodných roztoků vybraných solí. Implementace úlohy proběhla ve školním roce 2018/2019.

V rámci implementace navržené úlohy do výuky bylo následným cílem zjistit, jak vnímají žáci začlenění navržené badatelsky orientované výuky do školního vzdělávání ve vztahu k jejich vnitřní motivaci.

Byly stanoveny následující výzkumné otázky:

1. Jak žáci vnímají začlenění navržené badatelské úlohy do výuky ve vztahu k jejich vnitřní motivaci?
2. Jaký je vliv různých faktorů (typ školy, pohlaví) na vnímání začlenění navržené badatelské úlohy do výuky ve vztahu k jejich vnitřní motivaci?
3. Existuje vztah mezi pozorovanými škálami vnitřní motivace v rámci realizace navržené badatelské úlohy ve školní praxi?

Z hlediska vnitřní motivace žáků se navržený didaktický výzkum zabýval 4 kategoriemi:

1. zájmem (Je laboratorní činnost pro žáky zábavná?),
2. úsilím (Jsou žáci ochotni vkládat úsilí do provádění laboratorní činnosti, aby při ní uspěli?),
3. uvědomováním si schopností (Mají žáci pocit, že laboratorní činnosti rozumí?),
4. pocíťováním užitečnosti (Je realizace laboratorní činnosti pro žáky přínosná?).

3.1.2 Výzkumný vzorek

Navržená úloha byla pilotně ověřena ve dvouhodinovém laboratorním cvičení na Základní škole Lerchova Sušice v devátém ročníku ($N = 15$) a na osmiletém Gymnáziu Sušice v tercii ($N = 27$) v rámci předmětu chemie. V obou třídách vyučovala po celý školní rok 2018/2019 tatáž paní učitelka (zároveň autorka disertační práce), která též se žáky testovala zkoumanou úlohu.

3.1.3 Výzkumné nástroje

Implementace úlohy do výuky byla hodnocena jak z hlediska pozorování práce žáků v rámci laboratorního cvičení, tak prostřednictvím standardizovaného dotazníku: Intrinsic Motivation Inventory (IMI – Dotazník vnitřní motivace) (McAuley et al., 1989; Ryan, 1982). Použitý post dotazník vznikl výběrem 25 tvrzení (položek) z nástroje IMI takovým způsobem, že každé tvrzení náleželo k jedné ze čtyř zvolených subškál: **zájem/potěšení** (tvrzení 1, 5, 11, 15, 18, 21, 22), **úsilí/důležitost** (tvrzení 2, 6, 12, 19, 23), **uvědomění si svých schopností** (tvrzení 3, 7, 9, 13, 16, 25) a **hodnota/užitečnost** (tvrzení 4, 8, 10, 14, 17, 20, 24), viz příloha 8.1. Ve všech případech se jednalo o subškály vnitřní motivace. Dotazník byl zadán žákům po ukončení laboratorní práce. Jednalo se o anonymní šetření.

3.1.4 Charakteristika badatelské úlohy

V deváté třídě základních škol se žáci v chemii poprvé setkávají s pojmem elektrolýza. Toto téma bývá též zpracováno ve většině učebnic určených pro výuku chemie na základních školách. Téma je v učebnicích zpracováno jak z teoretického pohledu, tak jako návrh tradičně vedeného laboratorního cvičení (Beneš, Pumpr, & Bába, 1995; Beneš, Pumpr, & Banýr, 1993a; Beneš, Pumpr, & Banýr 1993b; Beneš, Pumpr, & Banýr, 2000; Škoda & Doulík, 2007; Plucková & Šibor, 2011). Navržená úloha je

zaměřena na elektrolýzu vodných roztoků vybraných solí a na následnou detekci produktů elektrolýzy. Úloha představuje toto téma badatelským přístupem s motivační pohádkou v úvodu. Implementace v rámci laboratorního cvičení probíhala v souladu s principy badatelské výuky na úrovni nasměrovaného bádání, takovým způsobem, jakým tento typ bádání popisují autorky Laury Buck, Stacey Lowery Bretz a Marcy Towns (Buck et al., 2008), více viz Teoretická část této práce. Příběh Malé mořské víly autora Hanse Christiana Andersena má v úloze motivační charakter. Žáci dostanou na začátku laboratorního cvičení pracovní list, dále mají k dispozici předpřipravené chemikálie i pomůcky. V laboratorní práci pak nacházejí spojitost mezi probranou teorií a experimentem, odvozují, která z elektrod je katoda a anoda, kde dochází k oxidaci, kde k redukci a proč dochází k barevným změnám v průběhu elektrolýzy.

3.1.4.1 Motivační úvod – fáze zapojení

Úvod začíná přečtením pasáže (začátek a konec) z pohádky Autora Hanse Christiana Andersena – Malá mořská víla: *„Mladá krásná princezna žila s babičkou, sestrami a otcem v korálovém zámku na mořském dně a byla ze všech sester nejkrásnější. V den patnáctých narozenin se mohla poprvé vynořit nad hladinu a spatřit konečně svět lidí. Ten den spatřila lodku s krásným princem, která se zmítala v prudké bouři. Na první pohled se do prince zamilovala*

*... Mořská princezna je ztracena, protože královou dcerou je právě ta dívka, která našla prince na pláži, a i ona se do něj zamilovala na první pohled. Brzy se koná velkolepá svatba. Mořská princezna v **nádherných šatech** se sice svatby účastní, ale za soumraku se promění v **pěnu mořského příboje**...“ (Andersen, 1999).*

Lze předpokládat, že pohádka Malá mořská víla je dětem známá (není nezbytné). Přečtení pasáže (vyprávění příběhu) by mělo u žáků vést ke vzbuzení zvědavosti, jejich pobídnutí k bádání a zapojení do výuky.

3.1.4.2 Cíl (úkol) úlohy

Učitel žáky seznámí s cílem jejich bádání. Úkolem žáků bude vybarvit šaty malé mořské víly. Učitel řekne žákům, že barva šatů nebude odvozena od barvy rozpuštěných solí, které se vyskytují v mořské vodě, ale bude odrazem barevných změn, ke kterým může dojít vlivem elektrolýzy „mořské vody“, nebo následkem některých chemických reakcí prováděných za účelem důkazu produktů proběhlé elektrolýzy. Celé znění úkolu je uvedeno v pracovním listu (viz příloha 8.2).

Vzdělávacím cílem realizované úlohy formou nasměrovaného bádání je vést žáky k tomu, aby:

- samostatně navrhovali hypotézy ohledně realizace elektrolýzy roztoků vybraných solí;
- naplánovali postupy, určili si i dílčí kroky postupů, které by je následně mohly vést k předpokládanému výsledku;
- vytvořili si vhodné pracovní podmínky a připravili si potřebné pomůcky k řešení;
- své aktivity vhodně časově naplánovali, včetně rozdělení úkolů ve skupině;
- pod vedením vyučujícího vybrané postupy zrealizovali a vyhodnotili efektivitu vybraných postupů;
- zapisovali postup práce a zaznamenávali výsledky svých experimentů;
- prezentovali své výsledky, výsledky diskutovali s ostatními žáky a navrhovali případná další řešení.

3.1.4.3 Příprava na experiment – fáze zkoumání

Učitel před samotným experimentováním může s žáky diskutovat, jaké je složení mořské vody a zda a proč může být mořská voda vhodným elektrolytem. Dále se zaměří pouze na roztoky vybraných solí (NaCl, NaBr, NaI) a na elektrolýzu těchto roztoků. Je vhodné se žáky diskutovat průběh elektrolýzy i to, jaké je jejich očekávání (jak bude elektrolýza probíhat, k jakým chemickým změnám dochází na anodě nebo katodě, jaké látky budou vznikat a jak je můžeme dokázat...). Vyučující žáky vyzve, aby se sami pokusili navrhnout, jak budou postupovat, tj., jak by mohli provádět samotnou elektrolýzu a jak by mohli detekovat její produkty (např. přidáním vhodného indikátoru).

Pokud žáci nemají zkušenost se sestavováním aparatury, je zapotřebí výpomoci ze strany vyučujícího. Žáci mohou sestavit vzájemně propojené aparatury nebo aparatury na sobě nezávislé (obrázek 8).



Obr. 8: Aparatura k elektrolýze (Sloupová, 2017).

3.1.4.4 Vlastní provedení experimentu – fáze zpracování

Žáci si formulují hypotézy, které s vyučujícím diskutují a následně s jeho souhlasem ověřují. Po konzultaci s vyučujícím sami provedou elektrolýzu a pozorují výsledky, formulují závěry a popisují barevné změny. Výsledky zapisují do tabulky uvedené v pracovním listu.

Vyučující žáky před vlastním experimentem upozorní na bezpečnostní opatření. Roztoky by se neměly dostat do úst a do očí, v průběhu pokusu vzniká plynný chlor, který dráždí dýchací cesty a sliznice (množství chloru ovšem není nikterak výrazné), pro zvýšení bezpečnosti lze pokus provádět v digestoři. Při vylévání a vyplachování U-trubice dáváme pozor na vzniklý hydroxid.

Elektrolýza roztoku NaCl

Chlorid sodný ve vodném roztoku poskytuje sodný kation a chloridový anion ($\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$). Chloridové anionty jsou přitahovány elektrickým polem k anodě, kde odevzdají elektron. Vzniká plynný chlor ($2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$), který probublává elektrolytem vzhůru. Chlor lze detekovat vlhkým jodoškrobovým papírkem. Vlivem oxidačních schopností chloru proběhne oxidace jodidu v daném papírku na jod, který se dostává do struktury škrobu a směs jodu se škrobem vytváří modré zbarvení. Sodné ionty putují ke katodě, kde se redukují na sodík ($\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$). U katody pak sodík reaguje s vodou za vzniku sekundárních produktů elektrolýzy ($2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$). Roztok hydroxidu sodného lze indikovat růžovým zbarvením přítomného fenolftaleinu. Vodík je možno při jeho dostatečně vzniklém množství ověřit zapálením („štěknutí“).

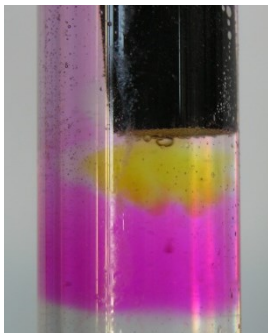
Elektrolýza roztoku NaBr

Bromid sodný ve vodném roztoku poskytuje sodný kation a bromidový anion ($\text{NaBr} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Br}^-$). Anionty bromu se pohybují směrem k anodě, kde odevzdají elektron, a vzniká čistý brom ($2\text{Br}^- \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{e}^-$), který se v roztoku projeví nejprve žlutohnědou, později až červenohnědou barvou v okolí anody. U katody vzniká obdobná situace jako při elektrolýze NaCl.

Elektrolýza roztoku NaI

Jodid sodný ve vodném roztoku poskytuje sodný kation a jodidový anion ($\text{NaI} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{I}^-$). Poté, co anion jodu odevzdá elektron anodě, se vyloučí čistý jod a roztok v okolí anody se zbarví žlutě až hnědě ($2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{e}^-$). Jod lze dokázat také roztokem škrobu, jež obarví uvedenou oblast fialově až černě. U katody vzniká obdobná situace jako při elektrolýze NaCl.

Žáci mohou též pozorovat, co se děje při změně polaritty. Obrácení polaritty bude mít za následek naprosté otočení barev v roztoku – předchozí zabarvení kolem elektrod se (stejně jako polarita) prohodí, a to bez míchání a bez jakéhokoli hrubého zásahu do elektrolytů (obrázek 9).



Obr. 9: Změna polaritty zdroje. (Sloupová, 2017)

3.1.4.5 Další možnosti experimentu – fáze zobecnění

Žáci mohou provádět různé modifikace experimentu: místo sodných solí mohou použít draselné soli. K detekci mohou použít jodoškrobový papírek.

Je vhodné chemickou podstatu popsat a porovnat s praxí, např. galvanickým pokovováním, čištěním zčernalého stříbra a teorii vyzkoušet v praxi v rámci dalšího laboratorního cvičení.

3.1.4.6 *Prezentace výsledků – fáze zhodnocení*

Žáci v závěru laboratorního cvičení prezentují své výsledky ostatním žákům. Žáci podle pozorovaných barevných změn mohou uvést, že šaty malé mořské víly byly různověšluté, dohněda apod. Žáci vyplní pracovní list (příloha 8.2).

3.1.5 **Implementace navržené úlohy do výuky**

Úloha byla ověřena na Základní škole Sušice a na Gymnáziu Sušice. Žáci pracovali v chemické laboratoři ve skupinách po dvou žácích. Měli možnost se poradit s vyučujícím, opakovat reakce i hledat v poznámkách či literatuře. Výsledkem byl vyplněný pracovní list, prezentace výsledků jednotlivých skupin a závěrečné shrnutí vyučujícím. V průběhu realizace bylo zjištěno, že je velmi obtížné přimět žáky, aby byli aktivními, neboť nejsou na takový typ výuky navyklí. Ihned po skončení laboratorního cvičení všichni přítomní žáci vyplnili dotazníkové šetření.

3.2 Metodologie druhého výzkumného šetření

Na první výzkumné šetření, které bylo realizováno ve školním roce 2018/2019 úzce navazuje druhé výzkumné šetření, které bylo realizováno ihned v následujícím školním roce 2019/2020. První výzkumné šetření si kladlo za cíl implementovat do školní výuky badatelskou úlohu. Druhé výzkumné šetření zkoumá rozdíly mezi badatelsky pojatou výukou a výukou tradičně pojatou.

3.2.1 Cíle a výzkumné otázky druhého výzkumného šetření

Cílem druhého výzkumu realizovaného v disertační práci bylo zjistit: **Jaký vliv má implementace badatelsky pojaté výuky do školního vzdělávání na vnitřní motivaci žáků a na úroveň získaných poznatků ve srovnání s tradičně vedenou laboratorní výukou?**

Pro druhé výzkumné šetření byly stanoveny dílčí výzkumné otázky:

1. Existuje statisticky významný rozdíl mezi kontrolní a experimentální skupinou ve vztahu k motivaci žáků v tradičně pojaté výuce, tedy na počátku výzkumu a, zatím, bez implementace badatelských prvků do výuky? Je tento rozdíl věcně významný?
2. Existuje statisticky významný rozdíl mezi kontrolní a experimentální skupinou ve vztahu k vnitřní motivaci žáků po začlenění badatelských úloh u experimentální skupiny? Je tento rozdíl věcně významný?
3. Existuje statisticky významný rozdíl v dosažené úrovni získaných poznatků mezi žáky kontrolní a experimentální skupiny? Je tento rozdíl věcně významný?

Z hlediska vnitřní motivace žáků se navržený didaktický výzkum zabýval 4 kategoriemi:

1. zájmem (Je laboratorní činnost pro žáky zábavná?),
2. úsilím (Jsou žáci ochotni vkládat úsilí během provádění laboratorní činnosti, aby při ní uspěli?),
3. pociťováním tlaku (Cítí se být žáci pod tlakem, když laboratorní činnost provádějí?),
4. pociťováním užitečnosti (Je realizace laboratorní činnosti pro žáky přínosná?).

3.2.2 Výzkumný vzorek

Výzkumné šetření probíhalo ve školním roce 2019/2020. Vyučující a zároveň autorka disertační práce výzkum realizovala ve dvou paralelních třídách 8. A a 8. C Základní školy Sušice v předmětech přírodopis a chemie. Výzkum byl prováděn v obou předmětech souběžně. Jednalo se o žáky, kteří byli doposud v přírodovědných předmětech vyučováni tradičním způsobem. Žáci nebyli zvyklí navrhovat postupy práce, diskutovat nad výsledky či dosaženými závěry.

V rámci výzkumu byly třídy rozděleny na **kontrolní** a **experimentální skupinu**. V předmětu chemie byla losem kontrolní skupinou určena třída 8. A, experimentální pak třída 8. C., v předmětu přírodopis byly skupiny prohozeny: třída 8. A byla experimentální skupinou, třída 8. C skupinou kontrolní.

Výuka v experimentální skupině (= **experimentální výuka**, v práci nazývaná též **badatelská výuka**) v rámci laboratorního cvičení probíhala v souladu s principy badatelské výuky na úrovni otevřeného bádání, takovým způsobem, jakým tento typ bádání popisují autorky Laury Buck, Stacey Lowery Bretz a Marcy Towns (Buck et al., 2008), více viz Teoretická část této práce. Podle jiné literatury (Banchi & Bell, 2008) lze tento typ bádání označit jako nasměrované.

Výuka v kontrolní skupině (= **kontrolní výuka**, v práci nazývaná též **tradiční výuka**) v rámci laboratorního cvičení probíhala tradičním způsobem, kdy žáci úlohy provádějí podle jasných a konkrétních instrukcí uvedených v protokolech.

Celkem se výzkumu zúčastnilo 29 žáků třídy 8. A a 32 žáků třídy 8. C ve věkovém rozpětí 13 až 15 let. Jednalo se celkem o 32 dívek a 29 chlapců.

V kontrolní a experimentální skupině bylo vždy probíráno stejné téma. V experimentální skupině byly použity návody na badatelské úlohy pro otevřenou (resp. nasměrovanou) úroveň bádání (viz přílohy práce 8.4, 8.6, 8.9, 8.12, 8.17 a 8.20). Tyto návody byly pro využití v kontrolní skupině upraveny tak, aby odpovídaly tradičně vedenému laboratornímu cvičení, při kterém žáci pracují zcela podle pokynů vyučujícího (viz přílohy práce 8.7, 8.10, 8.13, 8.15, 8.18 a 8.21). Badatelské úlohy byly vybrány na základě předchozí rešerše z následující literatury: Volmutová, I., Kuchařová, E., Mokrejšová, O., Müllerová, L., Pražienka, M., Strnadová, H., & Vondráčková, K. (2013). *Projekt Věda není žádná věda – Žákovský pokus jako východisko pro výuku přírodních věd ve školách*. [vid. 20109-10-19]. Dostupné z: <http://www.vedaneniveda.cz/projekt-veda-neni-zadna-veda-zakladni-informace>

Výběr a pořadí úloh shrnuje tabulka 5.

Tab. 5: Výběr a pořadí úloh.

Laboratorní cvičení	Název úlohy / zdroj	
	Chemie	Přírodopis
1.	Fyzikální a chemické děje	Pokryv těla savců
2.	Frankensteinův koktejl	Zimní spánek
3.	Kohoutí ocas	Prevence zubního kazu
4.	Konstrukce hasicího přístroje	---- (nerealizováno)

3.2.3 Výzkumné nástroje

V rámci didaktického výzkumu bylo použito několik výzkumných nástrojů.

Pro zjištění vlivu BOV na vnitřní motivaci žáků byl použit standardizovaný dotazník Intrinsic Motivation Inventory (IMI – Dotazník vnitřní motivace) (McAuley et al., 1989; Ryan, 1982). Nástroj byl upraven pro účely navrženého didaktického výzkumu tak, že byl vzhledem k zaměření výzkumu (viz kap. 3.2.1) orientován pouze na 4 škály: **zájem/potěšení** (*interest/enjoyment*); **úsilí/důležitost** (*effort/importance*); **tlak** (*pressure/tension*); **hodnota/užitečnost** (*value/usefulness*). Pro každou škálu byly z kompletního nástroje IMI vybrány právě 4 položky, které tuto škálu zastupovaly. Tímto způsobem vznikl evaluační dotazník, který obsahuje 16 položek (tvrzení). Celé znění dotazníku je součástí přílohy 8.3. Dotazník byl v tištěné podobě zadán žákům experimentálních i kontrolních skupin vždy po ukončení laboratorního cvičení.

Dalšími výzkumnými nástroji byly didaktické testy, které byly sestaveny autorkou disertační práce a okomentovány expertním panelem, který měl za úkol zkoumat obsahovou validitu testů. Expertní panel se skládal z 5 panelistů (3 vyučující předmětů biologie a chemie na gymnáziu a 2 oboroví didaktici) – více viz kap. 4.2.2.1. Testy byly zaměřeny v rámci laboratorního cvičení na procvičovanou oblast. Testy byly žákům zadány min. 1 týden před laboratorním cvičením (Pretesty). Tytéž testy byly opět zadány max. 1 týden po realizaci laboratorního cvičení (Posttesty1) a následně ještě jednou s časovým odstupem 2 až 3 měsíců (Posttest2).

Celkem bylo vytvořeno 7 různých didaktických testů – 4 testy pro předmět chemie a 3 testy pro předmět přírodopis, viz přílohy 8.5; 8.8; 8.11; 8.14; 8.16; 8.19 a 8.22. Vytvořené didaktické testy obsahují všechny tři typy úloh: uzavřené, polouzavřené a otevřené. Bližší charakteristika testů je uvedena v tabulce 6 (na str. 69). Každý test byl též doplněn o autorské řešení, avšak je zapotřebí konstatovat, že u některých testových položek se jednalo o jedno z několika možných řešení. Všechny testy byly vyhodnoceny pouze jednou osobou – autorkou disertační práce a zároveň vyučující v kontrolní i experimentální skupině. Žáci kontrolní a experimentální skupiny nebyli na základě

výsledků z Pretestů, Posttestů1 ani z Posttestů2 známkování. V tabulce 7 (na str. 70) jsou uvedeny konkrétní badatelské dovednosti sledované v didaktických testech z chemie i přírodopisu (s využitím literatury Řezníčková et al., 2013).

Tab. 6: Charakteristika didaktických testů.

Název testu	Cíl testu	Položka č.	Max. počet bodů	Typ testové položky (Byčkovský, 1982)	Dimenze kognitivních procesů (Byčkovský & Kotásek, 2004; Anderson & Krathwohl, 2001)	Charakter (znalostní/ dovednostní) (Řezníčková et al., 2013)
Fyzikální a chemické děje (chemie)	Žák aplikuje znalost pojmu těleso a látka; vybere způsoby, kterými lze zkoumat chemickou látku; rozliší mezi fyzikálními a chemickými ději.	1	4	Otevřená úloha se stručnou odpovědí - doplňovací	interpretování	znalost
		2	3	Přiřazovací úloha	znovupoznávání	dovednost
		3	5	Uzavřená dichotomická úloha	srovnávání	znalost
		4	10	Otevřená úloha se stručnou odpovědí - doplňovací	vybavování	znalost
Směsi (chemie)	Žák používá chemickou terminologii při popisu směsí z běžného života; navrhuje způsoby rozdělení navržených směsí; popíše aparatury vhodné k dělení směsí.	1	11	Otevřená úloha se stručnou odpovědí – doplňovací	srovnávání	znalost
		2	6	Otevřená úloha se stručnou odpovědí - doplňovací	znovupoznávání	znalost
		3	12	Otevřená úloha se stručnou odpovědí produkční (1. sloupec) a doplňovací (2. sloupec)	vybavování	dovednost
		4	2	Otevřená úloha se stručnou odpovědí - doplňovací	vybavování	znalost
Kohoutí ocas (chemie)	Žák rozliší roztoky koncentrované a zředěné; využívá znalosti o hustotě a koncentraci k posouzení chování roztoků a látek při fyzikálních a chemických dějích.	1	1	Úloha pořadací	posuzování	znalost
		2	5	Uzavřená dichotomická úloha	usuzování	znalost
		3	2	Otevřená úloha se stručnou odpovědí - doplňovací	aplikování	dovednost
		4	2	Otevřená úloha se stručnou odpovědí - produkční	strukturování	znalost
Konstrukce hasicího přístroje (chemie)	Žák navrhne výrobu hasicího přístroje a uváže, které látky by s ním (ne)mohl hasit; posoudí výhody a nevýhody různých typů hasicích přístrojů.	1	5	Otevřená široká úloha	aplikování	dovednost
		2	1	Otevřená úloha se stručnou odpovědí - doplňovací	vybavování	znalost
		3	1	Otevřená úloha se stručnou odpovědí - doplňovací	vybavování	znalost
		4	1	Otevřená úloha se stručnou odpovědí - produkční	posuzování	znalost
		5	1	Otevřená úloha se stručnou odpovědí - produkční	posuzování	znalost
		6	1	Otevřená úloha se stručnou odpovědí - doplňovací	vybavování	znalost

Pokryv těla savců (přírodopis)	Žák popíše stavbu kůže a objasní její význam; uvede funkce srsti u vybraného zvířete.	1	6	Otevřená úloha se stručnou odpovědí - doplňovací	znovupoznávání	znalost
		2	5	Uzavřená dichotomická úloha	usuzování	znalost
		3	2	Otevřená úloha se stručnou odpovědí - produkční	strukturování	dovednost
		4	2	Úlohy s výběrem odpovědí – vícenásobná odpověď	strukturování	znalost
Zimní spánek (přírodopis)	Žák rozliší mezi exotermními a endotermními živočichy a popíše jejich životní strategie.	1	5	Otevřená úloha se stručnou odpovědí - doplňovací	vybavování	znalost
		2	4	Otevřená široká úloha	implementování	dovednost
		3	3	Otevřená široká úloha	formulování hypotéz	dovednost
		4	4	Otevřená široká úloha	navrhování, projektování	znalost
Prevence zubního kazu (přírodopis)	Žák popíše stavbu zubu; rozliší mezi kyselými, neutrálními a zásaditými potravinami a zhodnotí jejich vliv na zubní sklovinu.	1	3	Otevřená úloha se stručnou odpovědí - doplňovací	znovupoznávání	znalost
		2	4	Otevřená široká úloha	strukturování	dovednost
		3	4	Otevřená široká úloha	strukturování	dovednost
		4	4	Uzavřená dichotomická úloha	usuzování	znalost

Tab. 7: Specifikační tabulka dovednostních úloh v didaktických testech (popis kategorií převzat z: Řezníčková et al., 2013).

Úloha Test/otázka		Kategorie dovednosti	Dovednost
Název testu	položka		
Fyzikální a chemické děje	2	třídít informace podle stanoveného kritéria	klasifikovat a kategorizovat objekty a jevy dle rozlišovacích znaků
Směsi	3	stanovit plán (postup) práce individuálně / ve skupině	určit dílčí kroky, které povedou k předpokládanému výsledku
Kohoutí ocas	3	shromažďovat informace z textových a grafických materiálů	pracovat samostatně s textovým a grafickým materiálem
Konstrukce hasicího přístroje	1	stanovit plán (postup) práce individuálně / ve skupině	určit dílčí kroky, které povedou k předpokládanému výsledku
Pokryv těla savců	3	propojit identifikovaný biologický problém s předchozími vědomostmi	určit, co o daném problému ví a co je nutné zjistit
Zimní spánek	2, 3	stanovit plán (postup) práce individuálně / ve skupině	určit dílčí kroky, které povedou k předpokládanému výsledku stanovit hypotézy, na základě kterých je možné určit podmínky řešení, pokusů, pozorování
Prevence zubního kazu	2, 3	stanovit plán (postup) práce individuálně / ve skupině	určit dílčí kroky, které povedou k předpokládanému výsledku stanovit hypotézy, na základě kterých je možné určit podmínky řešení, pokusů, pozorování

3.2.4 Průběh druhého didaktického výzkumu

Obě 8. třídy v **předmětu přírodopis** byly v 1. laboratorním cvičení vyučovány nejprve tradičním způsobem. Následně proběhla výuka dvou laboratorních cvičení takovým způsobem, že v 8. C výuka dál probíhala tradičně, avšak v 8. A výuka probíhala badatelsky.

Obě 8. třídy v **předmětu chemie** byly v 1. laboratorním cvičení vyučovány badatelským způsobem. Následně proběhla výuka tří laboratorních cvičení takovým způsobem, že v 8. A výuka dál probíhala tradičně, avšak v 8. C výuka probíhala badatelsky.

Výzkum byl původně navržen tak, aby žáci absolvovali vždy 5 cvičení z každého předmětu. Nicméně musel být ukončen v březnu 2020, kdy byly uzavřeny školy kvůli obavám z nakažení infekčním respiračním onemocněním Covid-19, které způsoboval virus SARS-CoV-2 (rod koronavirus).

Výuka byla koncipována v kontrolní i experimentální skupině jako dvouhodinová (90 minutová) laboratorní cvičení (více viz diskuze).

4 Výsledky

4.1 Výsledky prvního výzkumného šetření

Získaná data z realizovaného dotazníkového šetření byla zpracována statistickým programem IBM SPSS Statistics 25 (IBM Corp., 2017) za použití vybraných statistických metod. Statistická významnost, tedy zobecnitelnost na populaci prostřednictvím statistických testů, byla posuzována na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Celkově bylo získáno 42 validních dotazníků, z nichž 15 bylo od žáků základní školy a 27 od žáků gymnázia.

Reverzní (záporná) tvrzení z post dotazníku byla nejprve rekódována inverzně. Následně bylo vypočteno Cronbachovo alfa pro sledované škály (zájem/potěšení; úsilí/důležitost; uvědomění si svých schopností a hodnota/užitečnost) pro celý vzorek respondentů. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 8. Výsledky poukazují na velmi dobrou vnitřní konzistenci dat (všechna vypočtená alfa jsou větší než 0,8), a tedy na jejich vysokou spolehlivost.

Tab. 8: Výpočet Cronbachova alfa pro škály: zájem/potěšení; úsilí/důležitost; uvědomění si svých schopností a hodnota/užitečnost.

Škála	Cronbachovo alfa
zájem/potěšení (položky 1, 5, 11, 15, 18, 21 a 22)	0,922
úsilí/důležitost (položky 2, 6, 12, 19 a 23)	0,881
uvědomění si svých schopností (položky 3, 7, 9, 13, 16 a 25)	0,879
hodnota/užitečnost (položky 4, 8, 10, 14, 17, 20, 24)	0,871

Následně byly vypočteny nové proměnné (zájem/potěšení; úsilí/důležitost; uvědomění si svých schopností a hodnota/užitečnost) jako aritmetický průměr ze skóre všech položek, které tyto škály (proměnné) zastupovaly.

Proměnná **zájem/potěšení** znamenala žákovo vnímání zájmu o prováděné laboratorní cvičení (činnost žáka bavila). Vyšší naměřená skóre znamenala vnímání vyššího zájmu.

Proměnná **úsilí/důležitost** představovala žakovu ochotu vkládat úsilí, snahu (snažili se uspět) či energii do průběhu laboratorního cvičení. Vyšší naměřená skóre znamenala ochotu vkládat více úsilí do průběhu vyučování.

Proměnná **uvědomění si svých schopností** reprezentovala žákův pocit, že dané úloze rozumí, vede si v laboratorní činnosti dobře (žákovo vnímání, že realizované úloze

porozuměl). Vyšší naměřená skóre znamenala, že žáci mají pocit, že dané úloze porozuměli, mají dobrý pocit ze svého výkonu.

Proměnná **hodnota/užitečnost** představovala žákovo vnímání hodnoty (užitečnosti) realizované činnosti v rámci laboratorního cvičení. Vyšší naměřená skóre znamenala, že žáci vnímali hodnotu a užitečnost realizované činnosti.

Před volbou vhodné statistické metody (parametrické či neparametrické) bylo zjišťováno, zda nově získané proměnné mají normální rozdělení. Normalita nově vytvořených proměnných byla posuzována výpočtem: Shapirův-Wilkův test (Shapiro & Wilk, 1965) a test Kolmogorovův-Smirnovův (Kolmogorov, 1933; Smirnov, 1948). Téměř u všech proměnných nebyla normalita dat zamítnuta (p hodnoty jsou vyšší, než 0,05 viz tabulka 9) s výjimkou proměnné **uvědomění si svých schopností**, kde byla normalita dat zamítnuta, avšak pouze u skupiny naměřených dat získaných od žáků gymnázia. Pro interpretaci dat byly použity parametrické testy (pozn.: v případě použití neparametrických testů bylo dosaženo shodných závěrů.)

Tab. 9: Testy normality.

škola	Proměnná	Kolmogorovův Smirnovův test			Shapiroův-Wilkův test		
		Statistika	df	p hodnota	Statistika	df	p hodnota
Základní škola	zájem/potěšení	0,117	15	0,200	0,956	15	0,615
	úsilí/důležitost	0,176	15	0,200	0,942	15	0,409
	uvědomění si svých schopností	0,173	15	0,200	0,906	15	0,118
	hodnota/užitečnost	0,191	15	0,145	0,893	15	0,074
Gymnázium	zájem/potěšení	0,118	27	0,200	0,964	27	0,451
	úsilí/důležitost	0,109	27	0,200	0,957	27	0,316
	uvědomění si svých schopností	0,189	27	0,015	0,905	27	0,017
	hodnota/užitečnost	0,141	27	0,180	0,959	27	0,354

*Skutečná hodnota je vyšší.

Co se týče první výzkumné otázky (*Jak žáci vnímají začlenění navržené úlohy do výuky ve vztahu k jejich vnitřní motivaci?*), bylo zjištěno, že žáci hodnotili zařazenou úlohu spíše pozitivně. U sloučených dat (tedy data od všech žáků bez rozlišení, o kterou školu se jednalo) se u všech sledovaných proměnných průměrná hodnota pohybovala na škále 1 až 7 v rozmezí 4,5 až 4,84 (viz tabulka 10). Lze tedy usuzovat, že úloha spíše vzbuzovala u žáků zájem, žáci byli spíše ochotni vkládat úsilí (snažili se, aby uspěli), měli spíše pocit, že si v průběhu laboratorního cvičení vedli dobře a spíše pociťovali význam zařazené úlohy.

Tab. 10: Popisná statistika (hladina významnosti $\alpha = 0,05$).

	Variables	Počet žáků	Průměrná hodnota	Standardní chyba průměru	Směrodatná odchylka	Medián
Sloučená data	zájem/potěšení	42	4,84	0,19	1,23	4,86
	úsilí/důležitost	42	4,85	0,20	1,27	5,00
	uvědomění si svých schopností	42	4,51	0,17	1,13	4,83
	hodnota/užitečnost	42	4,70	0,18	1,17	4,57
Základní škola	zájem/potěšení	15	4,50	0,30	1,18	4,43
	úsilí/důležitost	15	4,89	0,32	1,24	5,00
	uvědomění si svých schopností	15	3,71	0,26	1,00	3,67
	hodnota/užitečnost	15	4,17	0,27	1,06	4,29
Gymnázium	zájem/potěšení	27	5,03	0,24	1,24	5,14
	úsilí/důležitost	27	4,84	0,25	1,31	5,00
	uvědomění si svých schopností	27	4,96	0,18	0,94	5,00
	hodnota/užitečnost	27	5,00	0,22	1,14	5,00

Následně byla hledána odpověď na druhou výzkumnou otázku: *Jaký je vliv různých faktorů, typ školy, pohlaví, na vnímání začlenění navržené úlohy do výuky ve vztahu k jejich vnitřní motivaci?*

Nejprve bylo zjišťováno, zda existuje statisticky významný rozdíl mezi daty nasbíranými ze základní školy a daty nasbíranými z gymnázia. Pro každou pozorovanou proměnnou jsme si stanovili nulovou hypotézu a k ní hypotézu alternativní:

H_0 : Průměrné hodnocení jednotlivých sledovaných proměnných bylo u žáků základních škol a u žáků gymnázia stejné.

H_1 : Průměrné hodnocení jednotlivých sledovaných proměnných bylo u žáků základních škol a u žáků gymnázia rozdílné.

Platnost nulové hypotézy jsme ověřovali za použití dvojitýběrového t -testu, jehož výsledky zamítly nulovou hypotézu u dvou proměnných: uvědomění si svých schopností a význam/důležitost u ostatních ji nezamítly (zájem/potěšení: $t = -1,331$, $df = 40$, $p = 0,191$, $M_{\text{základní}} = 4,5$, $SD = 1,18$, $M_{\text{gymnázium}} = 5,03$, $SD = 1,24$; úsilí/důležitost: $t = 0,12$, $df = 40$, $p = 0,905$, $M_{\text{základní}} = 4,89$, $SD = 1,24$, $M_{\text{gymnázium}} = 4,84$, $SD = 1,31$; uvědomění si svých schopností: $t = -4,013$, $df = 40$, $p = 0,000$, $M_{\text{základní}} = 3,71$,

$SD = 1,00$, $M_{\text{gymnázium}} = 4,96$, $SD = 0,94$, **Cohenovo $d = 1,28$** a hodnota/užitečnost:

$t = -2,309$, $df = 40$, $p = 0,026$, $M_{\text{základní}} = 4,17$, $SD = 1,06$, $M_{\text{gymnázium}} = 5,00$,

$SD = 1,14$, **Cohenovo $d = 0,781$**). Z výsledků t -testu vyplývá, že **mezi žáky základní školy a žáky gymnázií existuje statisticky významný rozdíl ve vztahu k zařazení navržené úloze, a to u dvou škál: uvědomění si svých schopností**

a hodnota/užitečnost. U obou škál byl naměřen veliký rozdíl (viz vypočtená hodnota Cohenova d).

Pro zjištění, zdá má pohlaví vliv na vnímání začlenění navržené úlohy do výuky jsme si opět stanovili nulovou a alternativní hypotézu:

H_0 : Průměrná hodnota odpovědí na jednotlivé otázky v Post dotazníku je shodná pro chlapce i dívky.

H_1 : Průměrná hodnota odpovědí na jednotlivé otázky v Post dotazníku je odlišná pro chlapce i dívky.

Jako vhodnou statistickou metodu jsme opět použili dvojvýběrový t -test. Výsledky testu nezamítly nulovou hypotézu ani u jedné ze sledovaných škál (zájem/potěšení: $t = 0,599$, $df = 40$, $p = 0,553$, $M_{\text{dívky}} = 4,94$, $SD = 0,28$, $M_{\text{chlapci}} = 4,71$, $SD = 1,19$; úsilí/důležitost: $t = 1,367$, $df = 40$, $p = 0,179$, $M_{\text{dívky}} = 5,10$, $SD = 1,34$, $M_{\text{chlapci}} = 4,56$, $SD = 1,15$; uvědomění si svých schopností: $t = -0,074$, $df = 40$, $p = 0,941$, $M_{\text{dívky}} = 4,50$, $SD = 1,21$, $M_{\text{chlapci}} = 4,53$, $SD = 1,06$; hodnota/užitečnost: $t = 0,023$, $df = 31,9$, $p = 0,982$, $M_{\text{dívky}} = 4,71$, $SD = 1,00$, $M_{\text{chlapci}} = 4,70$, $SD = 1,38$). **Lze tedy konstatovat, že vliv pohlaví nebyl zaznamenán.**

Souvislost mezi dvěma znaky (*Existuje vztah mezi pozorovanými škálami vnitřní motivace v rámci realizace navržené úlohy ve školní praxi?*) byla sledována prostřednictvím Pearsonova koeficientu lineární korelace (tabulka 11). Z matice je patrné pět statisticky významných korelací z šesti možných. Velmi silně spolu korelují škály zájem/potěšení a úsilí/důležitost ($r = 0,74$). Silně spolu korelují škály zájem/potěšení a hodnota/užitečnost ($r = 0,52$) a též škály úsilí/důležitost a hodnota/užitečnost ($r = 0,49$). To lze interpretovat tak, že úloha vzbuzuje u žáků zájem (úloha přišla žákům zajímavá a bavila je), právě když žáci pocítují význam probírané látky a zároveň právě když jsou ochotní vložit do své práce větší úsilí. Silná korelace ($r = 0,46$) byla též naměřena mezi zájem/potěšení a uvědomění si svých schopností. Z toho vyplývá, že žáci projevují zájem o probíranou látku, když pocítují, že jsou schopni danému učivu porozumět.

Tab. 11: Korelační matice.

Korelace		zájem/potěšení	úsilí/důležitost	uvědomění si svých schopností	hodnota/užitečnost
zájem/potěšení	Pearsonova korelace	1	0,740**	0,460**	0,519**
	<i>p</i> hodnota (obousměrná)		0,000	0,002	0,000
	<i>N</i>	42	42	42	42
úsilí/důležitost	Pearsonova korelace		1	0,202	0,490**
	<i>p</i> hodnota (obousměrná)			0,200	0,001
	<i>N</i>			42	42
uvědomění si svých schopností	Pearsonova korelace			1	0,386*
	<i>p</i> hodnota (obousměrná)				0,012
	<i>N</i>				42

*Korelace je signifikantní na hladině významnosti 0,05 (obousměrná).
 ** Korelace je signifikantní na hladině významnosti 0,01 (obousměrná).

Realizovaný didaktický výzkum má však své **limity**. Jednalo se o případovou studii, která zkoumala, jak se jedna konkrétní úloha implementuje do výuky a jaký vliv má tato úloha na dvě konkrétní třídy žáků (na jejich vnitřní motivaci). Cílem tedy nebylo zobecnění na širší populaci žáků. Více viz kap. Diskuze.

Vzhledem k tomu, že se pracovalo pouze s experimentální skupinou, není možné uvažovat nad efektivitou badatelsky orientované výuky. To bylo předmětem dalšího zkoumání.

4.2 Výsledky druhého výzkumného šetření

Kapitola shrnuje výsledky výzkumného šetření realizovaného na Základní škole Sušice. Získaná data z post dotazníků, pretestů i obou posttestů byla zpracována statistickým programem IBM SPSS Statistics 25 (IBM Corp., 2017) za použití vybraných statistických metod. Statistická významnost, tedy zobecnitelnost na populaci prostřednictvím statistický testů, byla posuzována na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Celkově bylo získáno:

- 185 validních dotazníků od žáků kontrolní skupiny
- 199 validních dotazníků od žáků experimentální skupiny
- 387 pretestů
- 379 posttestů1
- 397 posttestů2

4.2.1 Výsledky z dotazníkového šetření

4.2.1.1 Rekódování reverzních položek

Reverzní položky (položky 3, 7, 14 a 16) byly **rekódovány** přetočením stupnice odpovědí tak, aby skórování bylo v souladu s ostatními položkami.

Položky škály „tlak“ byly rekódovány takovým způsobem, aby tvrzení s vyšším skóre odpovídalo pocitům, že se žáci necítí být pod tlakem, cítí se uvolnění. Tvrzení s nižším skóre pak znamenala, že se žáci cítí být pod tlakem, nebyli při práci uvolnění.

4.2.1.2 Reliabilita dotazníku a výpočet nových proměnných

Prostřednictvím Cronbachova koeficientu alfa byla spočítána **reliabilita** výsledků pro každou sledovanou škálu: zájem/potěšení, úsilí/důležitost, tlak a hodnota/užitečnost. Z výsledků, které shrnuje tabulka 12, lze usuzovat, že Cronbachovo alfa u všech sledovaných škál je nad limitní hladinou 0,70 (Nunnally, 1978). Lze tedy konstatovat, že naměřená data jsou spolehlivá. Následně byly vypočteny nové proměnné (zájem/potěšení; úsilí/důležitost; tlak a hodnota/užitečnost) jako aritmetický průměr ze skóre všech položek, které tyto škály (proměnné) zastupovaly.

Proměnná **zájem/potěšení** znamenala žákovo vnímání zájmu o prováděné laboratorní cvičení (činnost žáka bavila). Vyšší naměřená skóre znamenala vnímání vyššího zájmu.

Proměnná **úsilí/důležitost** představovala žakovu ochotu vkládat úsilí, snahu (snažili se uspět) či energii do průběhu laboratorního cvičení. Vyšší naměřená skóre znamenala ochotu vkládat více úsilí do průběhu vyučování.

Proměnná **tlak** reprezentovala žákův pocit související s uvolněností při výuce (žákovo vnímání, že nepracuje pod tlakem). Vyšší naměřená skóre znamenala, že se žáci necítí být pod tlakem, cítili se uvolnění v průběhu laboratorního cvičení.

Proměnná **hodnota/užitečnost** představovala žákovo vnímání hodnoty (užitečnosti) realizované činnosti v rámci laboratorního cvičení. Vyšší naměřená skóre znamenala, že žáci vnímali hodnotu a užitečnost realizované činnosti.

Tab. 12: Výpočet Cronbachova alfa pro škály: zájem/potěšení; úsilí/důležitost, tlak a hodnota/užitečnost.

Škála	Cronbachovo alfa
zájem/potěšení (položky 1, 5, 14 a 15)	0,91
úsilí/důležitost (položky 2, 9, 12 a 16)	0,75
tlak (položky 3, 6, 7 a 10)	0,79
hodnota/užitečnost (položky 4, 8, 11 a 13)	0,96

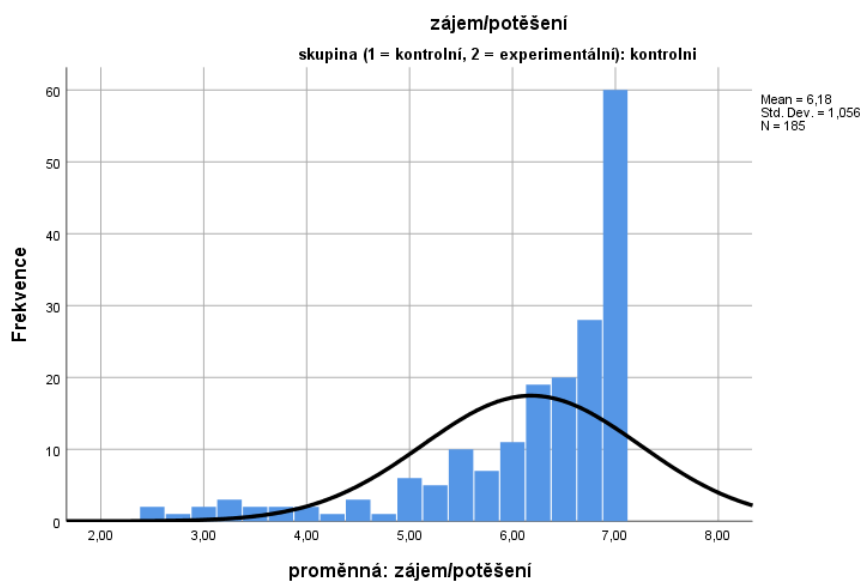
4.2.1.3 Normalita dat

Následně byla posuzována normalita dat (konkrétně normalita proměnných zájem/potěšení; úsilí/důležitost; tlak; hodnota/užitečnost) po rozdělení do skupin podle zvoleného faktoru: skupina (experimentální/kontrolní), pohlaví (dívky/chlapci) a vyučovaný předmět (přírodopis/chemie). K tomuto účelu byl použit výpočtový test Kolmogorovův–Smirnovův test (Kolmogorov, 1933; Smirnov, 1948) a též grafické metody: sestrojení histogramu a Q-Q grafu. U výpočtových testů se stanovuje nulová hypotéza: *Náhodný výběr pochází z normálního rozdělení* a hypotéza alternativní: *Náhodný výběr nepochází z normálního rozdělení*. Více viz tabulka 13 (zde pouze faktor: skupina, avšak ke zcela obdobným výsledkům se dospělo i při rozdělení výsledků do skupin podle pohlaví a vyučovaného předmětu). Výsledky zamítly, že by nově získané proměnné měly normální rozdělení (p hodnota byla u všech testů výrazně nižší než 0,05).

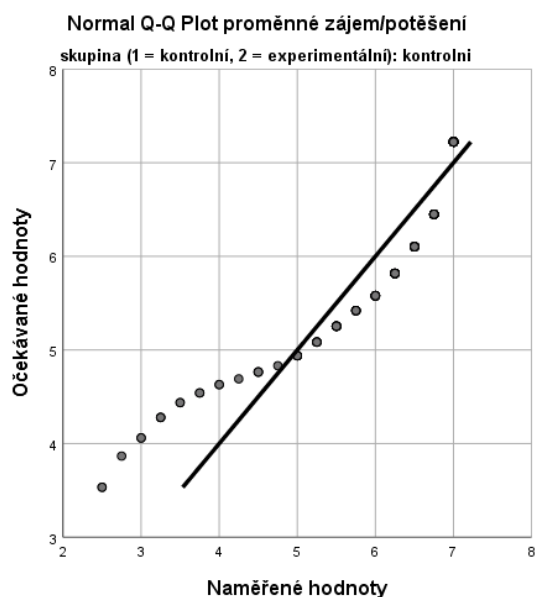
Grafické metody pro posuzování normality byly zvoleny dvě: sestrojení histogramu a Q-Q grafu. Pro příklad jsou uvedeny výsledky proměnné zájem/potěšení v kontrolní skupině. Z histogramu (obrázek 10) lze pozorovat výrazné posunutí doprava (má tzv. pravý ocas), šikmost = $-1,736$; taktéž lze pozorovat výraznou špičatost, jejíž hodnota byla 2,556. U sestrojeného Q-Q plotu (obrázek 11) pro proměnnou zájem/potěšení v kontrolní skupině lze pozorovat výrazné odchylky od přímky. Obdobné výsledky byly pozorovány u ostatních proměnných a taktéž u všech proměnných experimentální skupiny.

Tab. 13: Kolmogorovův-Smirnovův test – skupina kontrolní a experimentální.

skupina		Nulová hypotéza	p-hodnota
kontrolní	1	Distribuce proměnné zájem/potěšení je normální s průměrem 6,18 a standardní s odchylkou 1,05625.	0,000
	2	Distribuce proměnné úsilí/důležitost je normální s průměrem 5,68 a standardní s odchylkou 1,13559.	0,000
	3	Distribuce proměnné tlak je normální s průměrem 5,83 a standardní s odchylkou 1,27696.	0,000
	4	Distribuce proměnné hodnota/užitečnost je normální s průměrem 5,94 a standardní s odchylkou 1,40784.	0,000
experimentální	1	Distribuce proměnné zájem/potěšení je normální s průměrem 6,12 a standardní s odchylkou 1,08792.	0,000
	2	Distribuce proměnné úsilí/důležitost je normální s průměrem 5,76 a standardní s odchylkou 0,94447.	0,000
	3	Distribuce proměnné tlak je normální s průměrem 5,76 a standardní s odchylkou 1,28751.	0,000
	4	Distribuce proměnné hodnota/užitečnost je normální s průměrem 5,95 a standardní s odchylkou 1,31298.	0,000



Obr. 10: Histogram proměnné **zájem/potěšení** v kontrolní skupině.



Obr. 11: Sestrojený Q-Q graf pro proměnnou zájem/potěšení kontrolní skupiny.

Pro potřeby dalšího statistického zpracování byly použity neparametrické alternativy statistických testů.

4.2.1.4 Korelační analýza

S nově vypočtenými proměnnými (tj. sledovanými škálami) byla provedena **korelační analýza** (hledání závislostí mezi škálami). Přestože nově vypočtené proměnné jsou spojité, byl vzhledem k zamítnutí normálního rozdělení vypočítáván Spearmanův korelační koeficient (Hendl, 2004). Výsledky jsou uvedeny v tabulce 14. Z tabulky vyplývá, že téměř mezi všemi sledovanými škálami vnitřní motivace byly nalezeny statisticky signifikantní korelace. Výsledky jsou velmi podobné jak pro kontrolní skupinu, tak pro skupinu experimentální. Nejsilnější korelace byly nalezeny v kontrolní skupině mezi škálami zájem/potěšení a úsilí/důležitost ($\rho(185) = 0,631$). Z toho vyplývá, že žáci jsou ochotni vkládat úsilí do výuky, právě když pociťují zájem o probíranou látku. V experimentální i kontrolní skupině byly nalezeny silné korelace též mezi škálami zájem/potěšení a hodnota/užitečnost ($\rho(185) = 0,575$ v kontrolní skupině a $\rho(199) = 0,528$ v experimentální skupině). Z toho vyplývá, že zájem žáků o probírané téma úzce souvisí s pociťováním jejího významu. Na druhou stranu ani v jedné skupině nebyla nalezena signifikantní korelace mezi škálami úsilí/důležitost a tlak (resp. pocit žáků, že nepracovali pod tlakem). Z toho lze vyvodit závěr, že žáci byli (ne)ochotni vkládat úsilí do výuky bez ohledu na to, zda se cítili být pod tlakem či nikoliv.

Tabulka 14: Korelace mezi zkoumanými škálami vnitřní motivace (rozděleno na skupiny: experimentální a kontrolní).

skupina (1 = kontrolní, 2 = experimentální)		úsilí/důležitost	tlak	hodnota/užitečnost	
kontrolní	zájem/potěšení	Spearmanův korelační koeficient	0,631**	0,335**	0,575**
		Sig. (oboustranná)	0,000	0,000	0,000
		N	185	185	185
	úsilí/důležitost	Spearmanův korelační koeficient		0,031	0,476**
		Sig. (oboustranná)		0,677	0,000
		N		185	185
	tlak	Spearmanův korelační koeficient			0,192**
		Sig. (oboustranná)			0,009
		N			185
experimentální	zájem/potěšení	Spearmanův korelační koeficient	0,417**	0,520**	0,528**
		Sig. (oboustranná)	0,000	0,000	0,000
		N	199	199	199
	úsilí/důležitost	Spearmanův korelační koeficient		0,067	0,475**
		Sig. (oboustranná)		0,345	0,000
		N		199	199
	tlak	Spearmanův korelační koeficient			0,253**
		Sig. (oboustranná)			0,000
		N			199
** - Korelace je signifikantní na hladině významnosti 0,01 (oboustranná);					

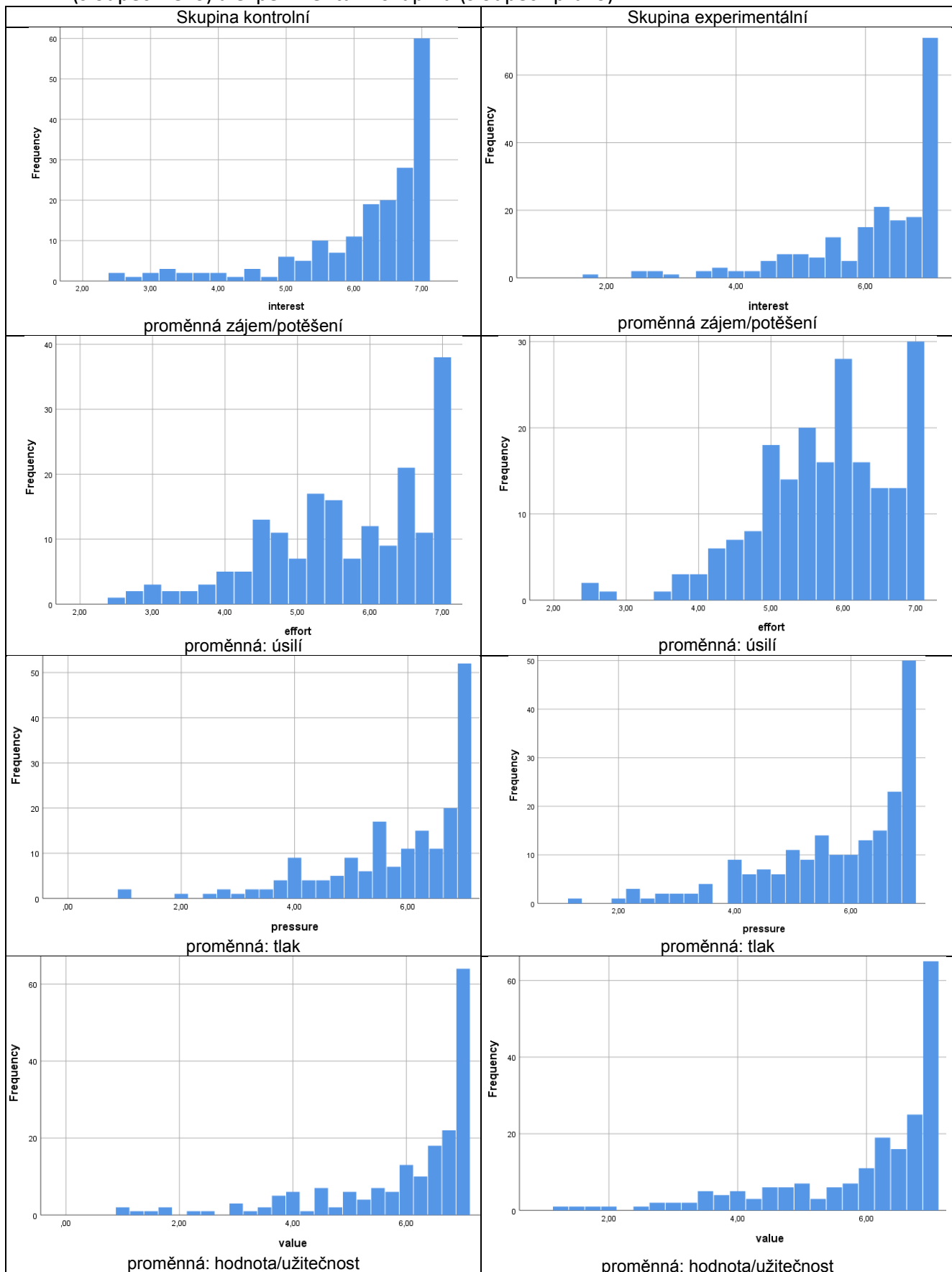
4.2.1.5 Hodnocení úloh ve vztahu k vnitřní motivaci

Co se týče celkového hodnocení úloh žáky, bylo zjištěno, že žáci obou skupin hodnotili zařazené úlohy velmi pozitivně. U všech sledovaných proměnných se průměrná hodnota naměřeného skóre pohybovala na škále 1 až 7 v rozmezí 5,7 až 6,2 (viz tabulka 15). Lze tedy usuzovat, že úlohy vzbuzovaly u žáků zájem, žáci byli ochotní vkládat úsilí (snažili se, aby uspěli), necítili, že by byli v průběhu laboratorního cvičení pod tlakem a pociťovali význam zařazené úlohy. V tabulce 16 jsou pak znázorněny histogramy všech sledovaných proměnných.

Tab. 15: Popisná statistika (hladina významnosti $\alpha = 0,05$)

Proměnné		Počet dotazníků	Průměrná hodnota	Standardní chyba průměru	Směrodatná odchylka	Medián
Kontrolní skupina	zájem/potěšení	185	6,18	0,078	1,06	6,50
	úsilí/důležitost	185	5,68	0,083	1,14	5,75
	tlak	185	5,83	0,094	1,28	6,25
	hodnota/užitečnost	185	5,94	0,104	1,41	6,50
Experimentální skupina	zájem/potěšení	199	6,12	0,077	1,09	6,50
	úsilí/důležitost	199	5,76	0,067	0,94	6,00
	tlak	199	5,76	0,091	1,29	6,25
	hodnota/užitečnost	199	5,95	0,093	1,31	6,50

Tab. 16: Histogramy sledovaných proměnných – rozděleno na kontrolní skupinu (sloupec vlevo) a experimentální skupinu (sloupec vpravo).



4.2.1.6 Posuzování rozdílů mezi skupinami ve vztahu k vnitřní motivaci

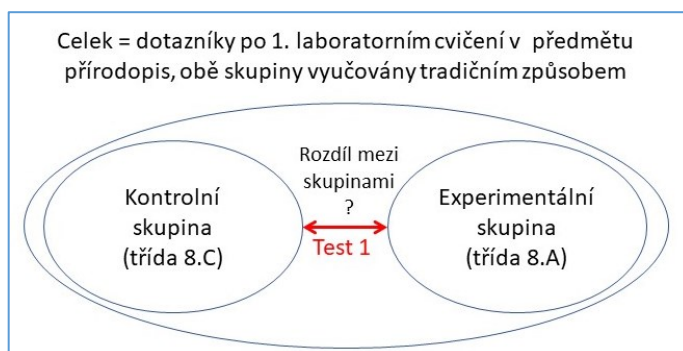
Následně byly sledovány statisticky **významné rozdíly mezi skupinami**. Rozdělení žáků do skupin záleželo na zvoleném faktoru, který jsme zkoumali. Tímto faktorem bylo zařazení do experimentální či kontrolní skupiny, pohlaví žáka a vyučovaný předmět. Vzhledem k zamítnuté normalitě byly statisticky významné rozdíly mezi položkami identifikovány prostřednictvím neparametrického testu: Mannův–Whitneyův *U* test (Mann & Whitney, 1947).

4.2.1.6.1 Rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou na počátku výzkumu

V kapitole 4.2 (Metodologie druhého výzkumného šetření) byla stanovena první výzkumná otázka: *Existuje statisticky významný rozdíl mezi kontrolní a experimentální skupinou ve vztahu k motivaci žáků v tradičně pojaté výuce (tedy na počátku výzkumu a zatím bez implementace badatelských prvků do výuky)? Je tento rozdíl věcně významný?*

Test 1) Rozdíl v kontrolní (tradiční) výuce

Odpověď na první výzkumnou otázku lze získat porovnáním získaných dat žáků kontrolní a experimentální skupiny z 1. laboratorního cvičení v předmětu přírodopis (obrázek 12). V tomto cvičení se obě skupiny (kontrolní i experimentální) zúčastnily tradiční výuky bez zapojení prvků badatelské výuky.



Obr. 12: Schematické znázornění skupin (kontrolní a experimentální), mezi kterými byl prováděn statistický test č. 1.

Jako vhodná statistická metoda byl zvolen dvojvýběrový Mannův–Whitneyův *U* test, který porovnává data ze dvou výběrů. Byla stanovena nulová a k ní alternativní hypotéza.

H_0 : Odpovědi žáků při kontrolní výuce (1. laboratorní cvičení v předmětu přírodopis) se nelišily bez ohledu na to, zda žáci byli zařazení do kontrolní či experimentální skupiny.

H_1 : Odpovědi žáků při kontrolní výuce (1. laboratorní cvičení v předmětu přírodopis) se lišily s ohledem na to, zda žáci byli zařazeni do kontrolní či experimentální skupiny.

Výsledky testu včetně základní popisné statistiky jsou shrnuty v tabulce 17. Jelikož je p hodnota u všech 4 testů větší než 0,05, nebyla nulová hypotéza zamítnuta. Žáci kontrolní a experimentální skupiny se v 1. laboratorním cvičení v hodině přírodopisu – tedy v kontrolní výuce – nelišili ani v jedné ze sledovaných škál vnitřní motivace: pociťovali obdobný zájem, vkládali shodné úsilí, cítili se být pod stejným tlakem a pociťovali shodně hodnotu laboratorní činnosti.

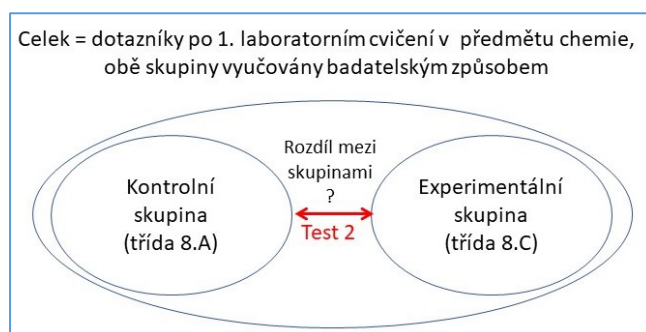
Tab. 17: Dvojvýběrový Mannův–Whitneyův U test (v závislosti na proměnné skupina experimentální/kontrolní) – 1. laboratorní cvičení (předmět **přírodopis**)

	zájem/potěšení	úsilí/důležitost	tlak	hodnota/užitečnost
$Md_{kontrolní}$ (medián kontrolní skupina)	6,0000	5,5000	6,2500	6,2500
SD (směrod. odch. $Md_{kontrolní}$)	1,42474	1,09545	1,60864	1,71389
$Md_{experimentální}$ (medián experimentální skupina)	6,0000	5,8750	5,6250	6,5000
SD (směrod. odch. $Md_{experimentální}$)	1,33590	0,87646	1,37521	1,30336
$N_{kontrolní}$ (počet validních dotazníků v kontrol. skupině)	30	30	30	30
$N_{experimentální}$ (počet validních dotazníků v exper. skupině)	28	28	28	28
Mann-Whitney U	406,500	354,500	383,000	404,000
Wilcoxon W	812,500	819,500	789,000	869,000
Z (hodnota testové statistiky)	-0,211	-1,024	-0,579	-0,255
p -hodnota (oboustranná)	0,833	0,306	0,563	0,799
r ($r = Z / \sqrt{N}$, $N = 58$)	-0,028	-0,134	-0,076	-0,033
$\eta^2 = Z^2 / (N - 1)$	0,000781	0,0184	0,00588	0,001141
Cohenovo d	0,056	0,270	0,152	0,066

Proměnná: skupina (1 = kontrolní, 2 = experimentální)

Test 2) Rozdíl v experimentální (badatelské) výuce

Jelikož v 1. laboratorním cvičení v předmětu chemie obě skupiny prováděly badatelské úlohy, je možné zkoumat rozdíly mezi oběma skupinami též v badatelské výuce (obrázek 13).



Obr. 13: Schematické znázornění skupin (kontrolní a experimentální), mezi kterými byl prováděn statistický test č. 2.

Jako vhodná statistická metoda byl opět zvolen dvojitý Mannův–Whitneyův U test, který porovnává data ze dvou výběrů. Byla stanovena nulová a k ní alternativní hypotéza.

H_0 : Odpovědi žáků při experimentální výuce (1. laboratorní cvičení v předmětu chemie) se nelišily bez ohledu na to, zda žáci byli zařazeni do kontrolní či experimentální skupiny.

H_1 : Odpovědi žáků při experimentální výuce (1. laboratorní cvičení v předmětu chemie) se lišily s ohledem na to, zda žáci byli zařazeni do kontrolní či experimentální skupiny.

Výsledky testu včetně základní popisné statistiky jsou shrnuty v tabulce 18. Protože p -hodnota je u všech čtyř testů vyšší než 0,05, nebyla nulová hypotéza zamítnuta. Žáci kontrolní a experimentální skupiny se v prvním laboratorním cvičení v hodině chemie – tedy v experimentální výuce – nelišili ani v jedné ze sledovaných škál vnitřní motivace: pociťovali obdobný zájem, vkládali shodné úsilí, cítili být se pod stejným tlakem a pociťovali shodně hodnotu laboratorní činnosti.

Výsledky testu 1 a 2 prokázaly, že na počátku výzkumu byly k dispozici dvě srovnatelné skupiny (kontrolní a experimentální) jak v rámci samotné kontrolní výuky, tak v rámci samotné experimentální výuky.

Tab. 18: Dvojitý Mannův–Whitneyův U test (v závislosti na proměnné skupina experimentální/kontrolní) – 1. laboratorní cvičení (předmět **chemie**).

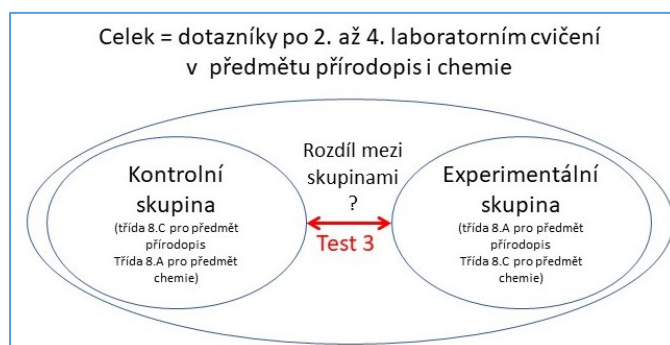
	zájem/potěšení	úsilí/důležitost	tlak	hodnota/užitečnost
$Md_{kontrolní}$ (medián kontrolní skupina)	6,5000	6,0000	5,8750	6,5000
SD (směrod. odch. $Md_{kontrolní}$)	0,79889	0,89605	1,06595	0,68205
$Md_{experimentální}$ (medián experimentální skupina)	6,7500	5,5000	6,2500	6,3750
SD (směrod. odch. $Md_{experimentální}$)	0,72039	0,88018	1,10952	1,04651
$N_{kontrolní}$ (počet validních dotazníků v kontrol. skupině)	30	30	30	30
$N_{experimentální}$ (počet validních dotazníků v exper. skupině)	26	26	26	26
Mann-Whitney U	374,500	336,000	341,000	361,500
Wilcoxon W	780,500	801,000	747,000	826,500
Z (hodnota testové statistiky)	-0,729	-1,316	-1,236	-0,925
p -hodnota (oboustranná)	0,466	0,188	0,217	0,355
r ($r = Z / \sqrt{N}$, $N = 56$)	-0,097	-0,176	-0,165	-0,124
$\eta^2 = Z^2 / (N - 1)$	0,00966	0,0315	0,0278	0,0156
Cohenovo d	0,195	0,357	0,330	0,250
Proměnná: skupina (1= kontrolní, 2 = experimentální)				

4.2.1.6.2 Rozdíl mezi experimentální (badatelskou) výukou a kontrolní (tradiční) výukou

V kapitole 4.2 (Metodologie druhého výzkumného šetření) byla stanovena druhá výzkumná otázka: *Existuje statisticky významný rozdíl mezi kontrolní a experimentální skupinou ve vztahu k vnitřní motivaci žáků po začlenění badatelských úloh u experimentální skupiny? Je tento rozdíl věcně významný?*

Test 3) Rozdíl mezi experimentální (badatelskou) výukou a kontrolní (tradiční) výukou (předměty sloučené)

Pro odpověď na druhou výzkumnou otázku byly začleněny validní dotazníky z druhého až čtvrtého laboratorního cvičení jak z předmětu chemie, tak z předmětu přírodopis. Dotazníky z prvního laboratorního cvičení vzhledem k jinému rozdělení badatelské a kontrolní výuky začleněny nebyly. Tím byl minimalizován vliv atraktivity tématu (každé téma od druhé laboratorní činnosti bylo vyučováno jak tradičním způsobem, tak badatelským způsobem). Následně byl porovnáván rozdíl mezi dotazníky po tradiční výuce a dotazníky po výuce experimentální (obrázek 14).



Obr. 14: Schematické znázornění skupin (kontrolní a experimentální), mezi kterými byl prováděn statistický test č. 3.

Jako vhodná statistická metoda byl opět zvolen dvojbýřový Mannův–Whitneyův U test, který porovnává data ze dvou výběrů. Byla stanovena nulová a k ní alternativní hypotéza.

H_0 : Odpovědi žáků po ukončení laboratorních cvičení (vyjma prvních) se nelišily bez ohledu na to, zda se jednalo o kontrolní či experimentální výuku.

H_1 : Odpovědi žáků po ukončení laboratorních cvičení (vyjma prvních) se lišily s ohledem na to, zda se jednalo o kontrolní či experimentální výuku.

Výsledky testu včetně základní popisné statistiky jsou shrnuty v tabulce 19. Jelikož je p -hodnota u všech čtyř testů vyšší než 0,05, nebyla nulová hypotéza zamítnuta.

Výsledky testu 3 neprokázaly, že by badatelská výuka měla vliv na sledované složky vnitřní motivace. Žáci se nelišili ani v jedné ze sledovaných škál vnitřní motivace: pociťovali obdobný zájem, vkládali shodné úsilí, cítili se být pod stejným tlakem a pociťovali shodně hodnotu laboratorní činnosti bez ohledu na to, zda výuka byla realizována tradičním způsobem či způsobem badatelským.

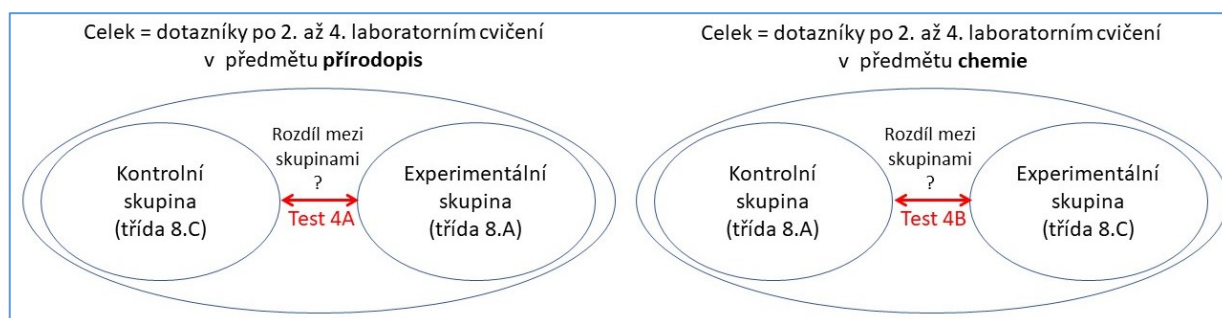
Tab. 19: Dvojbýřový Mannův–Whitneyův U test (v závislosti na proměnné skupina experimentální/kontrolní) – 2. až 4. laboratorní cvičení (oba předměty sloučené)

	zájem/potěšení	úsilí/důležitost	tlak	hodnota/užitečnost
$Md_{kontrolní}$ (medián kontrolní skupina)	6,7500	6,0000	6,5000	6,5000
SD (směrod. odch. $Md_{kontrolní}$)	0,94147	1,18834	1,22220	1,43339
$Md_{experimentální}$ (medián experimentální skupina)	6,5000	6,0000	6,2500	6,5000
SD (směrod. odch. $Md_{experimentální}$)	1,05700	0,96973	1,29935	1,37110
$N_{kontrolní}$ (počet validních dotazníků v kontrol. skupině)	127	127	127	127
$N_{experimentální}$ (počet validních dotazníků v exper. skupině)	141	141	141	141
Mann-Whitney U	8474,000	8810,000	8352,000	8943,500
Wilcoxon W	18485,000	16938,000	18363,000	18954,500
Z (hodnota testové statistiky)	-0,782	-0,228	-0,965	-0,016
p -hodnota (oboustranná)	0,434	0,820	0,334	0,987
r ($r = Z / \sqrt{N}$, $N = 268$)	-0,048	-0,014	-0,059	-0,00098
$\eta^2 = Z^2 / (N - 1)$	0,00229	0,000195	0,00349	0,000
Cohenovo d	0,096	0,028	0,118	0,002

Proměnná: skupina (1= kontrolní, 2 = experimentální)

Test 4) Rozdíl mezi experimentální (badatelskou) výukou a kontrolní (tradiční) výukou (předměty oddělené)

Nicméně k jiným závěrům se dospěje při rozdělení výsledků dotazníků po laboratorní činnosti na jednotlivé předměty – chemii a přírodopis (obrázek 15). Opět bylo z důvodů uvedených výše vyčleněno 1. laboratorní cvičení.



Obr. 15: Schematické znázornění skupin (kontrolní a experimentální), mezi kterými byl prováděn statisticky test č. 4 (resp. test č. 4A zvlášť pro předmět přírodopis a test 4B zvlášť pro předmět chemie).

Byl proveden zcela totožný test jako test 3, ale data byla rozdělena zvlášť na předmět chemii a zvlášť na předmět přírodopis. Výsledky testu včetně základní popisné statistiky

jsou shrnuty v tabulce 20. Červeně jsou označeny ty výsledky, u nichž je p -hodnota nižší než hraniční hodnota 0,05. U těchto testů byla zamítnuta nulová hypotéza a porovnávané skupiny se statisticky významně liší. Konkrétně výsledky testu 4 odhalily tři statisticky významné rozdíly.

Tab. 20: Dvojvýběrový Mannův–Whitneyův U test (v závislosti na proměnné skupina experimentální/kontrolní) – 2. až 4. laboratorní cvičení (zvláště předmět chemie a přírodopis).

	zájem/ potěšení - chemie	úsilí/ důležitost - chemie	tlak - chemie	hodnota/ užitečnost - chemie	zájem/ potěšení - přírodopis	úsilí/ důležitost - přírodopis	tlak - přírodopis	hodnota/ užitečnost - přírodopis
$Md_{kontrolní}$ (medián kontrolní skupina)	6,7500	6,1250	6,7500	6,7500	6,5000	5,5000	6,2500	6,5000
SD (směrod. odch. $Md_{kontrolní}$)	0,74344	1,19213	1,24506	1,29949	1,09546	1,17287	1,19975	1,57175
$Md_{experimentální}$ (medián experimentální skupina)	6,5000	6,0000	5,7500	6,5000	6,5000	6,0000	6,7500	6,6250
SD (směrod. odch. $Md_{experimentální}$)	1,06672	0,90655	1,23264	1,33048	1,04719	1,07172	1,34183	1,44389
$N_{kontrolní}$ (počet validních dotazníků v kontrol. skupině)	72	72	72	72	55	55	55	55
$N_{experimentální}$ (počet validních dotazníků v exper. skupině)	87	87	87	87	54	54	54	54
Mann-Whitney U	2520,000	2836,000	2387,500	2846,500	1261,000	1241,500	1160,000	1308,000
Wilcoxon W	6348,000	6664,000	6215,500	6674,500	2801,000	2781,500	2700,000	2848,000
Z (hodnota testové statistiky)	-2,214	-1,031	-2,608	-1,009	-1,386	-1,484	-2,020	-1,100
p -hodnota (oboustranná)	0,027	0,303	0,009	0,313	0,166	0,138	0,043	0,271
r ($r = Z / \sqrt{N}$)	-0,176	-0,082	-0,207	-0,080	-0,133	-0,142	-0,193	-0,105
$\eta^2 = Z^2 / (N - 1)$	0,031	0,00672	0,043	0,00644	0,0178	0,0204	0,0378	0,0112
Cohenovo d	0,358	0,165	0,423	0,1605	0,268	0,287	0,393	0,211

Proměnná: skupina (1 = kontrolní, 2 = experimentální)

- ❖ Vliv typu výuky na *zájem* žáka (žáci bez ohledu na pohlaví): v tradiční výuce chemie se projevil vyšší zájem o laboratorní činnost než ve výuce experimentální (efekt je slabý; $p = 0,027$; $d = 0,36$).
- ❖ Vliv typu výuky na *pocitování tlaku* v průběhu výuky se projevil v předmětu chemie i v předmětu přírodopis. V obou předmětech však nastala protichůdná situace: (i) v předmětu chemie se žáci v tradiční výuce cítili více uvolnění než ve výuce badatelské (efekt je slabý až středně silný; $p = 0,009$; $d = 0,42$), vliv byl další analýzou zaznamenán spíše u dívek ($p = 0,047$; $d = 0,44$); (ii) v předmětu přírodopis se žáci (bez ohledu na pohlaví) v tradiční výuce cítili naopak méně uvolnění než ve výuce badatelské (efekt je slabý až středně silný; $p = 0,043$; $d = 0,39$).

Bližší analýzou byl ještě nalezen další statisticky signifikantní rozdíl:

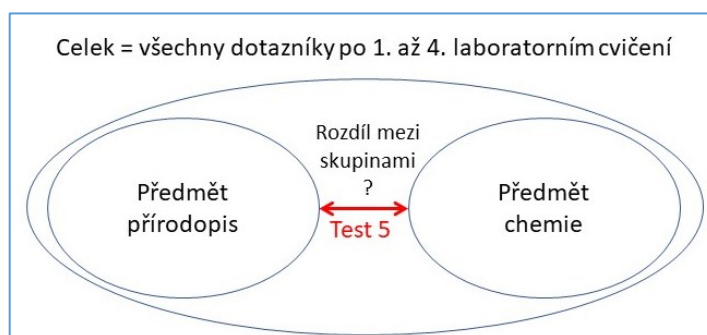
- ❖ **Vliv typu výuky na *ochotu vkládat úsilí* byl zaznamenán pouze v předmětu chemie, a to pouze u dívek: dívky byly v kontrolní výuce více ochotny vkládat úsilí do průběhu výuky než ve výuce badatelské (efekt je středně silný, $p = 0,032$; $d = 0,47$). U chlapců tento vliv nebyl zaznamenán.**

4.2.1.6.3 Vliv předmětu, pohlaví žáka a časového odstupu na vnitřní motivaci žáků

Na vnitřní motivaci žáka mohou mít kromě typu výuky vliv i jiné faktory. Níže jsou popsány vlivy faktoru typ předmětu (přírodopis/chemie), pohlaví žáka (dívky/chlapci) a časový odstup.

Test 5) Vnímání výuky v závislosti na vyučovaném předmětu

Test 4 ukázal, že je významné, v jakém předmětu laboratorní činnost probíhá. Z toho důvodů byl zkoumán vliv vyučovaného předmětu na sledované škály vnitřní motivace žáků. Test byl aplikován na sloučená data (tedy bez ohledu na to, zda se jednalo o kontrolní či experimentální výuku). Z toho důvodu byla do analýzy zahrnuta i data z 1. laboratorního cvičení (obrázek 16).



Obr. 16: Schematické znázornění skupin (laboratorní činnosti z předmětu přírodopis a laboratorní činnosti z předmětu chemie), mezi kterými byl prováděn statistický test č. 5.

Jako vhodná statistická metoda byl opět zvolen dvojvýběrový Mannův–Whitneyův U test, který porovnává data ze dvou výběrů. Byla stanovena nulová a k ní alternativní hypotéza.

H_0 : Odpovědi žáků po ukončení všech laboratorních cvičení se nelišily bez ohledu na to, zda vyučovaným předmětem byl přírodopis či chemie.

H_1 : Odpovědi žáků po ukončení všech laboratorních cvičení se lišily s ohledem na to, zda vyučovaným předmětem byl přírodopis či chemie.

Výsledky testu včetně základní popisné statistiky jsou shrnuty v tabulce 21. Červeně je označena p -hodnota, která je nižší než hraniční hodnota 0,05. Tato hodnota ukazuje, že u škály zájem/potěšení byla zamítnuta nulová hypotéza. U ostatních škál bylo hodnocení výuky shodné jak v předmětu přírodopis, tak v předmětu chemie.

Výsledky testu 5 odhalily, že žáci vnímají laboratorní činnost v předmětu chemie zajímavější než v předmětu přírodopis (efekt je slabý až středně silný; $p = 0,000$; $d = 0,40$).

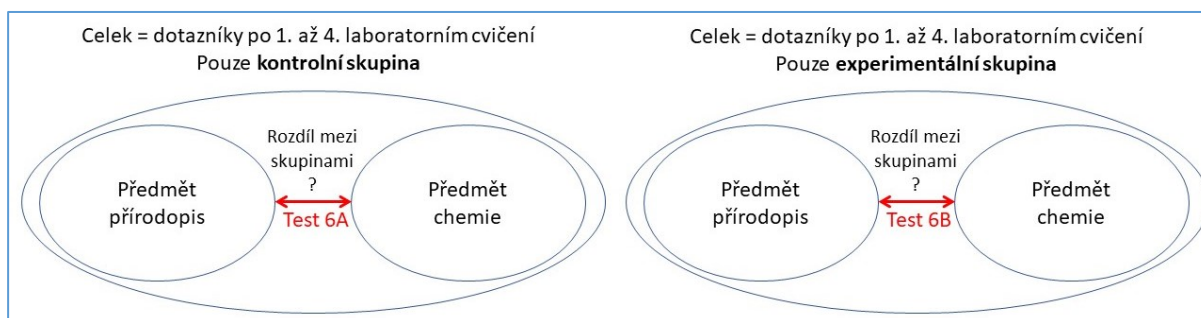
Tab. 21: Dvojvýběrový Mannův–Whitneyův U test (v závislosti na proměnné předmět přírodopis/chemie) – 1. až 4. laboratorní cvičení.

	zájem/potěšení	úsilí/důležitost	tlak	hodnota/užitečnost
$Md_{přirodopis}$ (medián předmět přírodopis)	6,2500	5,7500	6,2500	6,5000
SD (směrod. odch. $Md_{přirodopis}$)	1,22015	1,08382	1,37455	1,51247
Md_{chemie} (medián předmět chemie)	6,7500	6,0000	6,0000	6,5000
SD (směrod. odch. Md_{chemie})	0,90354	1,00464	1,20735	1,22157
$N_{přirodopis}$ (počet validních dotazníků z předmětu přírodopis)	167	167	167	167
N_{chemie} (počet validních dotazníků z předmětu chemie)	217	217	217	217
Mann-Whitney U	14099,500	17120,500	17000,000	17565,000
Wilcoxon W	28127,500	31148,500	40653,000	31593,000
Z (hodnota testové statistiky)	-3,813	-0,931	-1,050	-0,525
p -hodnota (oboustranná)	0,000	0,352	0,294	0,599
r ($r = Z / \sqrt{N}$, $N = 268$)	-0,195	-0,048	-0,054	-0,031
$\eta^2 = Z^2 / (N - 1)$	0,0380	0,00226	0,00288	0,000937
Cohenovo d	0,398	0,096	0,108	0,062

Proměnná: předmět (1 = předmět přírodopis, 2 = předmět chemie)

Test 6) Vnímání výuky v závislosti na vyučovaném předmětu – zvlášť pro kontrolní výuku a zvlášť pro experimentální výuku

Následně byl zkoumán vliv vyučovaného předmětu na vnitřní motivaci žáků zvlášť v kontrolní skupině a zvlášť v experimentální skupině (obrázek 17).



Obr. 17: Schematické znázornění skupin (laboratorní činnosti z předmětu přírodopis a laboratorní činnosti z předmětu chemie), mezi kterými byl prováděn statisticky test č. 6 (resp. test č. 6A zvlášť pro kontrolní skupinu a test 6B zvlášť pro experimentální skupinu).

Byl proveden zcela totožný test jako test 5, ale data byla rozdělena zvlášť na kontrolní skupinu a zvlášť na skupinu experimentální. Výsledky testu včetně základní popisné statistiky jsou shrnuty v tabulce 22. Červeně jsou označeny ty výsledky, u nichž je p -hodnota nižší než hraniční hodnota 0,05. U těchto testů byla zamítnuta nulová hypotéza a porovnávané skupiny se statisticky významně liší. Konkrétně výsledky testu 6 odhalily 3 statisticky významné rozdíly.

Tab. 22: Dvojvýběrový Mannův–Whitneyův U test (v závislosti na proměnné předmět přírodopis/chemie) – 1. až 4. laboratorní cvičení (zvlášť výuka kontrolní a experimentální)

	zájem/ potěšení - kontrolní skupina	úsilí/ důležitost - kontrolní skupina	tlak - kontrolní skupina	hodnota/ užitečnost - kontrolní skupina	zájem/ potěšení - experimen tální skupina	úsilí/ důležitost - experimen tální skupina	tlak - experimen tální skupina	hodnota/ užitečnost - experimen tální skupina
$Md_{přírodopis}$ (medián předmět přírodopis)	6,2500	5,5000	6,2500	6,2500	6,3750	6,0000	6,5000	6,5000
SD (směrod. odch. $Md_{přírodopis}$)	1,24215	1,14011	1,35974	1,61315	1,20015	1,00428	1,39507	1,38944
Md_{chemie} (medián předmět chemie)	6,7500	6,0000	6,2500	6,5000	6,5000	5,7500	6,0000	6,5000
SD (směrod. odch. Md_{chemie})	0,76119	1,11324	1,20566	1,16444	0,99674	0,90253	1,20490	1,26158
$N_{přírodopis}$ (počet validních dotazníků z předmětu přírodopis)	85	85	85	85	82	82	82	82
N_{chemie} (počet validních dotazníků z předmětu chemie)	100	100	100	100	117	117	117	117
Mann-Whitney U	2785,500	3469,000	4008,000	3705,500	4255,000	4402,500	3978,500	4489,000
Wilcoxon W	6440,500	7124,000	7663,000	7360,500	7658,000	11305,500	10881,500	11392,000
Z (hodnota testové statistiky)	-4,119	-2,166	-0,675	-1,535	-1,390	-0,992	-2,067	-0,786
p -hodnota (oboustranná)	0,000	0,030	0,499	0,125	0,165	0,321	0,039	0,432
r ($r = Z / \sqrt{N}$), $N = 268$	-0,303	-0,159	-0,05	-0,113	-0,099	-0,07	-0,147	-0,056
$\eta^2 = Z^2 / (N - 1)$	0,0922	0,0255	0,00248	0,0128	0,00976	0,00497	0,0216	0,00312
Cohenovo d	0,636	0,322	0,100	0,227	0,199	0,140	0,353	0,112

Proměnná: předmět (1 = předmět přírodopis, 2 = předmět chemie)

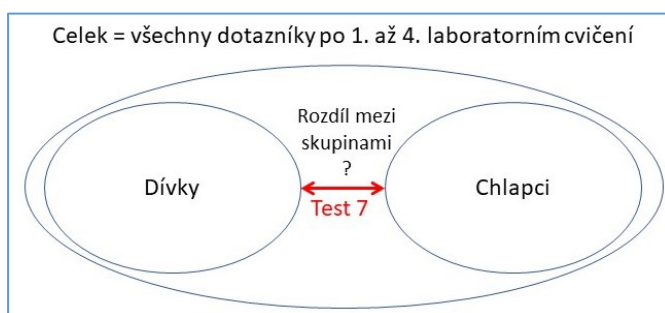
- ❖ Vliv předmětu na *zájem* žáka (žáci v předmětu chemie projevovali vyšší zájem o laboratorní činnost než v předmětu přírodopis) se projevil pouze v kontrolní skupině (efekt je středně silný; $p = 0,000$; $d = 0,64$). Bližší analýzou bylo zjištěno, že se tento vliv projevuje statisticky signifikantně jak u dívek, tak u chlapců.
- ❖ Vliv předmětu na ochotu žáka *vkładat úsilí* do průběhu výuky (žáci v předmětu chemie byli více ochotní vkládat úsilí do průběhu výuky než v předmětu přírodopis) se projevil opět pouze v kontrolní skupině (efekt je slabý; $p = 0,030$;

$d = 0,32$). Bližší analýzou bylo zjištěno, že se tento vliv projevuje statisticky signifikantně pouze u dívek (efekt je středně silný; $p = 0,004$; $d = 0,63$).

- ❖ Vliv předmětu na pocitování tlaku v průběhu výuky (žáci, bez ohledu na pohlaví, v předmětu chemie byli méně uvolnění, cítili se být více pod tlakem, než žáci v předmětu přírodopis) se projevil pouze v experimentální skupině (efekt je slabý; $p = 0,039$; $d = 0,35$).

Test 7) Vnímání výuky v závislosti na pohlaví žáka

Následně byl zkoumán vliv pohlaví žáka na sledované škály vnitřní motivace žáků. Test byl aplikován na sloučená data (tedy bez ohledu na to, zda se jednalo o kontrolní či experimentální výuku). Z toho důvodu byla do analýzy zahrnuta i data z 1. laboratorního cvičení (obrázek 18).



Obr. 18: Schematické znázornění skupin (dívky a chlapci), mezi kterými byl prováděn statistický test č. 7.

Jako vhodná statistická metoda byl opět zvolen dvojitý Mannův–Whitneyův U test, který porovnává data ze dvou výběrů. Byla stanovena nulová a k ní alternativní hypotéza.

H_0 : Odpovědi žáků po ukončení všech laboratorních cvičení se nelišily bez ohledu na to, zda se jednalo o chlapce či dívky.

H_1 : Odpovědi žáků po ukončení všech laboratorních cvičení se lišily s ohledem na to, zda se jednalo o chlapce či dívky.

Výsledky testu včetně základní popisné statistiky jsou shrnuty v tabulce 23. Červeně jsou označeny p -hodnoty, které jsou nižší než hraniční hodnota 0,05. Tato hodnota ukazuje, že u škál úsilí/důležitost a tlak byla zamítnuta nulová hypotéza.

Tab. 23: Dvojitý Mannův–Whitneyův U test (v závislosti na proměnné pohlaví dívky/chlapci) – 1. až 4. laboratorní cvičení.

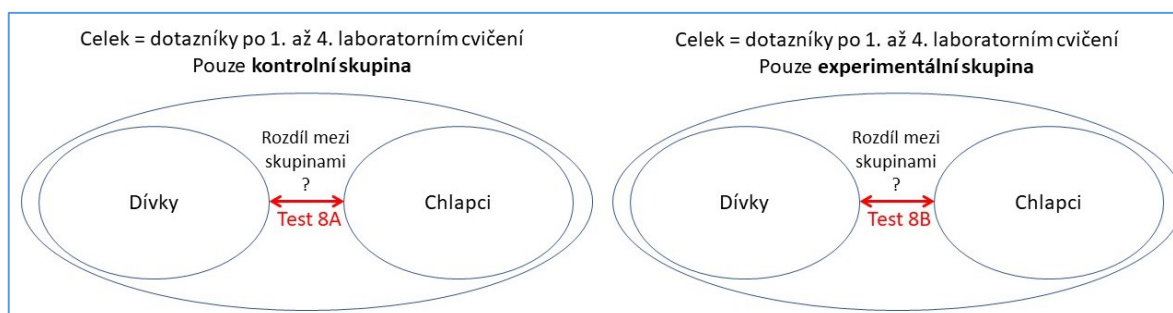
	zájem/potěšení	úsilí/důležitost	tlak	hodnota/užitečnost
$Md_{dívky}$ (medián dívky)	6,5000	6,0000	6,0000	6,5000
SD (směrod. odch. $Md_{dívky}$)	1,06178	0,87629	1,30203	1,21923
$Md_{chlapci}$ (medián chlapci)	6,5000	5,7500	6,5000	6,7500
SD (směrod. odch. $Md_{chlapci}$)	0,96793	1,21935	1,21625	1,50565
$N_{dívky}$ (počet validních dotazníků - dívky)	198	198	198	198
$N_{chlapci}$ (počet validních dotazníků - chlapci)	186	186	186	186
Mann-Whitney U	6,5000	5,5000	6,3750	6,5000
Wilcoxon W	1,08471	1,16427	1,23647	1,49361
Z (hodnota testové statistiky)	-0,910	-2,657	-3,018	-0,386
p -hodnota (oboustranná)	0,363	0,008	0,003	0,700
r ($r = Z / \sqrt{N}$, $N = 268$)	-0,046	-0,136	-0,154	-0,020
$\eta^2 = Z^2 / (N - 1)$	0,00216	0,0184	0,0238	0,00039
Cohenovo d	0,092	0,27	0,312	0,040

Proměnná: pohlaví (0 = dívky, 1 = chlapci)

Konkrétně výsledky testu 7 odhalily, že dívky jsou v průběhu laboratorní činnosti ochotnější vkládat úsilí do průběhu výuky (efekt je však slabý; $p = 0,008$; $d = 0,27$) a zároveň se cítí o něco více pod tlakem než chlapci (efekt je však slabý; $p = 0,003$; $d = 0,31$). U ostatních škál bylo hodnocení výuky shodné bez ohledu na to, zda se jednalo o dívky či chlapce.

Test 8) Vnímání výuky v závislosti na pohlaví žáka – zvlášť pro kontrolní výuku a zvlášť pro experimentální výuku

Následně byl zkoumán vliv pohlaví žáka na vnitřní motivaci žáků zvlášť v kontrolní skupině a zvlášť v experimentální skupině (obrázek 19).



Obr. 19: Schematické znázornění skupin (dívky a chlapci), mezi kterými byl prováděn statistický test č. 8 (resp. test č. 8A zvlášť pro kontrolní skupinu a test 8B zvlášť pro experimentální skupinu).

Byl proveden zcela totožný test jako test 7, ale data byla rozdělena zvlášť na kontrolní skupinu a zvlášť na skupinu experimentální. Výsledky testu včetně základní popisné statistiky jsou shrnuty v tabulce 24. Červeně jsou označeny ty výsledky, u nichž je p -hodnota nižší než hraniční hodnota 0,05. U těchto testů byla zamítnuta nulová hypotéza a porovnávané skupiny se statisticky významně liší. Konkrétně výsledky testu 8 zjistily,

že dívky jsou ochotnější vkládat úsilí do průběhu výuky ve srovnání s chlapci právě v kontrolní skupině (efekt je slabý; $p = 0,015$; $d = 0,36$) a cítí se o něco více pod tlakem než chlapci (cítily se méně uvolněné) právě v experimentální skupině (efekt je slabý až středně silný; $p = 0,005$; $d = 0,40$).

Další analýzou bylo zjištěno, že oba významné rozdíly popsané v odstavci výše byly naměřeny pouze v předmětu chemie:

- ❖ Vliv pohlaví žáka na vynaložené úsilí (dívky byly ochotnější vkládat úsilí do průběhu výuky než chlapci) byl zaznamenán statisticky a věcně významný pouze v kontrolní skupině předmětu chemie (v tomto předmětu byl zaznamenán středně silný efekt, $d = 0,58$).
- ❖ Vliv pohlaví žáka na vnímání práce pod tlakem (dívky se cítily být více pod tlakem než chlapci) byl zaznamenán statisticky a věcně významný pouze v experimentální skupině předmětu chemie (byl zaznamenán středně silný efekt, $d = 0,60$).
- ❖ V předmětu přírodopis nebyl zaznamenán vliv pohlaví žáka na jeho vnitřní motivaci v kontrolní ani v experimentální skupině.

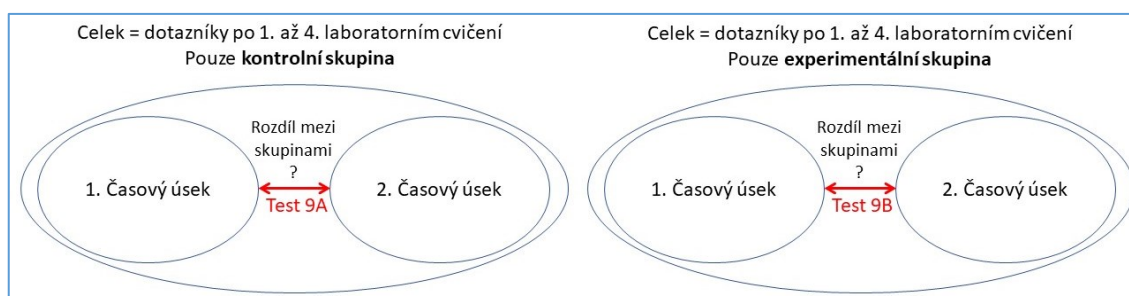
Tab. 24: Dvojvýběrový Mannův–Whitneyův U test (v závislosti na proměnné pohlaví dívky/chlapci) – 1. až 4. laboratorní cvičení (zvláště výuka kontrolní a experimentální).

	zájem/ potěšení - kontrolní skupina	úsilí/ důležitost - kontrolní skupina	tlak - kontrolní skupina	hodnota/ užitečnost - kontrolní skupina	zájem/ potěšení - experimen tální skupina	úsilí/ důležitost - experimen tální skupina	tlak - experimen tální skupina	hodnota/ užitečnost - experimen tální skupina
$Md_{dívky}$ (medián dívky)	6,5000	6,2500	6,0000	6,5000	6,2500	6,0000	5,7500	6,5000
SD (směrod. odch. $Md_{dívky}$)	0,91939	0,97363	1,26451	1,14286	1,16190	0,78622	1,33354	1,28247
$Md_{chlapani}$ (medián chlapci)	6,5000	5,5000	6,2500	6,5000	6,5000	5,7500	6,5000	6,5000
SD (směrod. odch. $Md_{chlapani}$)	1,17563	1,23719	1,28743	1,62454	0,98632	1,08636	1,18885	1,35182
$N_{dívky}$ (počet validních dotazníků - dívky)	92	92	92	92	106	106	106	106
$N_{chlapani}$ (počet validních dotazníků - chlapci)	93	93	93	93	93	93	93	93
Mann-Whitney U	4216,000	3402,000	3745,000	4168,500	4357,500	4417,500	3812,000	4606,000
Wilcoxon W	8587,000	7773,000	8023,000	8539,500	10028,500	8788,500	9483,000	10277,000
Z (hodnota testové statistiky)	-0,174	-2,421	-1,483	-0,308	-1,446	-1,268	-2,782	-0,813
p -hodnota (oboustranná)	0,862	0,015	0,138	0,758	0,148	0,205	0,005	0,416
r ($r = Z / \sqrt{N}$)	-0,013	-0,178	-0,109	-0,023	-0,103	-0,090	0,197	0,058
$\eta^2 = Z^2 / (N - 1)$	0,00016	0,0319	0,0120	0,000516	0,0106	0,0081	0,0391	0,00334
Cohenovo d	0,026	0,362	0,219	0,046	0,207	0,181	0,402	0,116

Proměnná: pohlaví (0 = dívky, 1 = chlapci)

Test 9) Vnímání výuky v závislosti na časovém odstupu

Následně byl zkoumán vliv začlenění laboratorního cvičení do 1. či 2. časového úseku na sledované škály vnitřní motivace žáků. Test byl aplikován zvláště na kontrolní skupinu a zvláště na experimentální skupinu (viz obrázek 20). Vzhledem k vyhlášení nouzového stavu v ČR v březnu 2020 nebyla data z dotazníkového šetření rozdělena podle 1. a 2. pololetí, ale byla rozdělena přesně na dva přibližně stejně dlouhé časové úseky zvané 1. a 2. časový úsek.



Obr. 20: Schematické znázornění skupin (1. a 2. časový úsek), mezi kterými byl prováděn statistický test č. 9.

Jako vhodná statistická metoda byl opět zvolen dvojvýběrový Mannův–Whitneyův U test, který porovnává data ze dvou výběrů. Byla stanovena nulová a k ní alternativní hypotéza.

H_0 : Odpovědi žáků po ukončení všech laboratorních cvičení se nelišily bez ohledu na to, zda byly úlohy zařazeny do 1. či 2. časového úseku.

H_1 : Odpovědi žáků po ukončení všech laboratorních cvičení se lišily s ohledem na to, zda byly úlohy zařazeny do 1. či 2. časového úseku.

Výsledky testu včetně základní popisné statistiky jsou shrnuty v tabulce 25. Červeně jsou vyznačeny statisticky signifikantní rozdíly. V kontrolní skupině došlo ke statisticky signifikantnímu nárůstu v hodnocení škál zájem/potěšení (vliv byl slabý; $p = 0,045$; $d = 0,30$) a tlaku (vliv byl slabý až středně silný; $p = 0,005$; $d = 0,42$). Žáci pocítovali ve 2. časovém úseku větší zájem o probírané učivo a cítili se být méně pod tlakem. V experimentální skupině došlo ke statisticky signifikantnímu nárůstu v hodnocení škál zájem/potěšení (vliv byl středně silný; $p = 0,000$; $d = 0,57$), tlaku (vliv byl středně silný; $p = 0,001$; $d = 0,47$) a hodnoty/užitečnosti (vliv byl slabý; $p = 0,045$; $d = 0,29$). Žáci pocítovali ve 2. časovém úseku větší zájem o probírané učivo, cítili se být méně pod tlakem a zároveň pocítovali větší hodnotu probírané látky. Detailnější analýzy vzhledem k počtu validních dotazníků nebyly prováděny. Je nutné brát zřetel na to, že signifikantní rozdíly mohly být způsobeny též probíraným tématem.

Tab. 25: Dvojvýběrový Mannův–Whitneyův U test (v závislosti na proměnné: 1. časový úsek/2. časový úsek) – 1. až 4. laboratorní cvičení (zvláště výuka kontrolní a experimentální)

	zájem/ potěšení - kontrolní skupina	úsilí/ důležitost - kontrolní skupina	tlak - kontrolní skupina	hodnota/ užitečnost - kontrolní skupina	zájem/ potěšení - experimen tální skupina	úsilí/ důležitost - experimen tální skupina	tlak - experimen tální skupina	hodnota/ užitečnost - experimen tální skupina
Md_1 , časový úsek (medián 1. časový úsek)	6,5000	5,7500	6,0000	6,5000	6,2500	5,7500	5,7500	6,2500
SD (směrod. odch. Md_1 , časový úsek)	1,16571	1,06301	1,38979	1,40582	1,19802	0,96207	1,37213	1,39604
Md_2 , časový úsek (medián 2. časový úsek)	6,7500	6,0000	6,7500	6,6250	7,0000	6,0000	6,5000	6,7500
SD (směrod. odch. Md_2 , časový úsek)	0,83504	1,24403	1,00901	1,42042	0,83880	0,90964	1,08747	1,18057
N_1 , časový úsek (počet validních dotazníků - 1. časový úsek)	111	111	111	111	113	113	113	113
N_2 , časový úsek (počet validních dotazníků - 2. časový úsek)	74	74	74	74	86	86	86	86
Mann-Whitney U	3405,000	3923,000	3116,500	3949,500	3348,000	4138,500	3571,500	4069,500
Wilcoxon W	9621,000	10139,000	9332,500	10165,500	9789,000	10579,500	10012,500	10510,500
Z (hodnota testové statistiky)	-2,008	-0,519	-2,812	-0,452	-3,849	-1,799	-3,230	-2,001
p -hodnota (oboustranná)	0,045	0,604	0,005	0,652	0,000	0,072	0,001	0,045
r ($r = Z / \sqrt{N}$)	0,148	0,038	0,207	0,033	0,273	0,128	0,229	0,142
$\eta^2 = Z^2 / (N - 1)$	0,0219	0,00146	0,0430	0,0011	0,0748	0,0163	0,0527	0,0202
Cohenovo d	0,299	0,076	0,423	0,066	0,568	0,144	0,471	0,287
Proměnná: časový úsek (1 = 1. časový úsek, 2 = 2. časový úsek)								

4.2.2 Posuzování rozdílů mezi skupinami ve vztahu k dosaženým poznatkům

V kapitole 4.2 (Metodologie druhého výzkumného šetření) byla stanovena třetí výzkumná otázka: *Existuje statisticky významný rozdíl v dosažené úrovni získaných poznatků mezi žáky kontrolní a experimentální skupiny? Je tento rozdíl věcně významný?*

Abychom mohli na danou otázku odpovědět, žáci v rámci didaktického výzkumu vyplňovali didaktické testy. Testy byly žákům zadány min. 1 týden před laboratorním cvičením (Pretesty). Tytéž testy byly opět zadány max. 1 týden po realizaci laboratorní cvičení (Posttesty1) a následně ještě jednou s časovým odstupem 2 až 3 měsíců (Posttesty2), viz taktéž kap. 3.2.3.

4.2.2.1 Vlastnosti didaktických testů

4.2.2.1.1 Obsahová validita didaktických testů

Obsahová validita didaktických testů byla hodnocena prostřednictvím panelu expertů metodou ohniskové skupiny. Na základě připomínek expertů (3 vyučující předmětů chemie a biologie na gymnáziu, 2 oboroví didaktici) byly testy před použitím ve školní praxi upraveny. Změny se týkaly především úpravy zadání otázek, aby bylo vše jednoznačně formulované a pro žáky srozumitelné. Některé otázky byly z testů úplně vyřazeny a nahrazeny jinými, aby test směřoval ke stanovenému cíli. Některé obrázky byly nahrazeny obrázky názornějšími a jednoznačnými.

4.2.2.1.2 Reliabilita

Prostřednictvím Cronbachova koeficientu alfa byla spočítána **reliabilita** výsledků použitých didaktických testů (výsledky viz tabulka 26). Reliabilita byla vypočítána pro každý didaktický test zvlášť. Každý test byl rozčleněn na jednotlivě hodnocené podotázky. Pro individuální pedagogickou diagnostiku se většinou vyžaduje koeficient reliability minimálně 0,8 (Chrátka, 1999), což splňují testy Fyzikální a chemické děje a Směsi. Hodnota koeficientu reliability se u testů Pokryv těla savců, Konstrukce hasicího přístroje, Zimní spánek a Prevence zubního kazu k této hodnotě blíží. Dle George a Malleryho (George & Mallery, 2003) je dokonce hodnota Cronbachova alfa v intervalu 0,7 až 0,8 jako míra spolehlivosti testu přijatelná. Hodnota koeficientu reliability byla u testu Kohoutí ocas vypočtena 0,645, což je vzhledem k počtu analyzovaných otázek (celkem 9) adekvátní výsledek (Chrátka, 1999). Všechny testy lze označit jako dostatečně reliabilní.

Tab. 26: Výpočet Cronbachova alfa použitých didaktických testů.

Název testu / počet jednotlivých podotázek	Cronbachovo alfa
Fyzikální a chemické děje / 17	0,823
Směsi / 23	0,817
Kohoutí ocas / 9	0,645
Konstrukce hasicího přístroje / 10	0,752
Pokryv těla savců / 20	0,731
Zimní spánek / 17	0,764
Prevence zubního kazu / 14	0,775

4.2.2.2 Normalita dat

Před volbou vhodné statistické metody bylo zapotřebí zjistit normalitu proměnných Pretest, Posttest1 a Posttest2 – výsledky těchto testů byly rozděleny na základě v práci posuzovaných faktorů: skupina (experimentální/kontrolní), pohlaví (dívky/chlapci) a vyučovaný předmět (přírodopis/chemie). K posouzení normality byl použit výpočtový test Kolmogorovův–Smirnovův test (Kolmogorov, 1933; Smirnov, 1948) a též grafické metody: sestrojení histogramu a Q-Q grafu. U výpočtových testů se stanovuje nulová hypotéza: *Náhodný výběr pochází z normálního rozdělení* a alternativní hypotéza: *Náhodný výběr nepochází z normálního rozdělení*. Více viz tabulka 27 (faktor skupina). Výsledky zamítly, že by proměnné Pretest, Posttest1 a Posttest2 měly normální rozdělení (p hodnota byla u všech testů výrazně nižší než 0,05).

Tab. 27: Kolmogorovův–Smirnovův test – skupina kontrolní a experimentální.

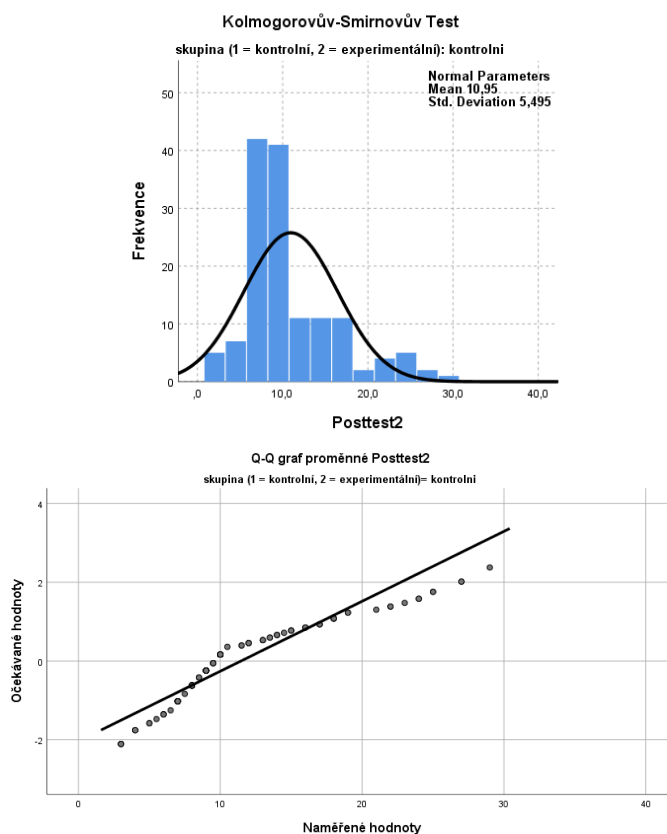
skupina		Nulová hypotéza	p-hodnota
kontrolní	1	Distribuce proměnné Pretest je normální s průměrem 8,2 a standardní odchylkou 4,9544.	0,000
	2	Distribuce proměnné Posttest1 je normální s průměrem 11,7 a standardní odchylkou 6,1073.	0,000
	3	Distribuce proměnné Posttest2 je normální s průměrem 10,9 a standardní odchylkou 5,4946.	0,000
experimentální	1	Distribuce proměnné Pretest je normální s průměrem 7,3 a standardní odchylkou 4,5944.	0,000
	2	Distribuce proměnné Posttest1 je normální s průměrem 11,2 a standardní odchylkou 5,8188.	0,000
	3	Distribuce proměnné Posttest2 je normální s průměrem 11,8 a standardní odchylkou 6,0265.	0,000

Grafické metody pro posuzování normality byly zvoleny dvě: sestrojení histogramu a Q-Q grafu. Pro příklad jsou uvedeny výsledky proměnné Posttest2 pro kontrolní skupinu. Z histogramu (obrázek 21) lze pozorovat výrazné posunutí doleva, má tzv. levý ocas (šikmost = +1,214). Taktéž lze pozorovat výraznější špičatost, jejíž hodnota byla +0,996. U sestrojeného Q-Q grafu (obrázek 21) pro proměnnou Posttest2 pro kontrolní skupinu lze pozorovat výrazné odchylky od přímky. Obdobné výsledky byly pozorovány u Pretestu či Posttestu1 jak v kontrolní, tak v experimentální skupině.

Ke stejným výsledkům se dospělo i při rozdělení výsledků do skupin podle pohlaví a vyučovaného předmětu, vyjma výsledků Posttestu1 z předmětu přírodopis, u kterého normální rozdělení nebylo zamítnuto, nicméně se jednalo o jedinou výjimku. Distribuce

proměnné Posttest2 je normální s průměrem 11,8 a standardní odchylkou 3,9968, $p = 0,86$.

Z výše uvedených důvodů byly k další analýze didaktických testů použity neparametrické alternativy statistických testů: párový Wilcoxonův test a Mannův-Whitneyův U test (Mann & Whitney, 1947).



Obrázek 21: Histogram (vlevo) a Q-Q graf (vpravo) pro proměnnou Posttest2 (kontrolní skupina).

4.2.2.3 Rozdíly mezi Pretesty, Posttesty1 a Posttesty2

Test A1) Rozdíl v Pretestu mezi kontrolní a experimentální skupinou

Nejprve bylo zapotřebí zjistit, zda mezi žáky kontrolní a experimentální skupiny neexistují statisticky významné rozdíly ve výsledcích z Pretestů, neboli zda jsou skupiny před započítím laboratorní činnosti vyrovnané (obrázek 22).



Obrázek 22: Schématické znázornění statistického posouzení výsledků Pretestů mezi kontrolní a experimentální skupinou.

Jako vhodná statistická metoda byl zvolen dvojbýřerový Mannův–Whitneyův U test, který porovnává data ze dvou výbřerů. Byla stanovena nulová a k ní alternativní hypotéza.

H_0 : Žáci kontrolní a experimentální skupiny dosahují srovnatelných výsledků z Pretestů.

H_1 : Žáci kontrolní a experimentální skupiny nedosahují srovnatelných výsledků z Pretestů.

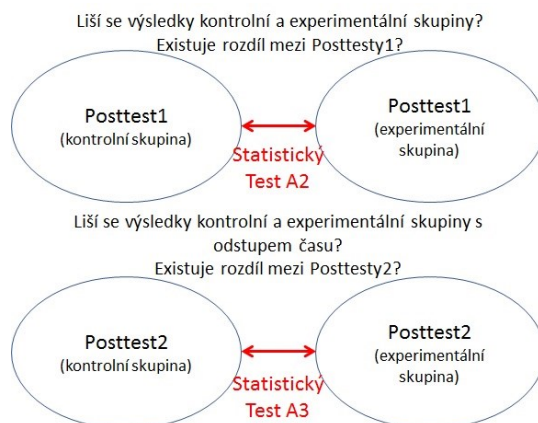
Výsledky testu A1 včetně základní popisné statistiky jsou shrnuty v tabulce 28. Jelikož je p -hodnota větší než 0,05, nebyla nulová hypotéza zamítnuta. **Žáci kontrolní a experimentální skupiny dosáhli v Pretestu srovnatelných výsledků. Skupiny jsou tedy před započítím laboratorní činnosti vyrovnané.** Srovnatelných výsledků z Pretestu dosáhli žáci kontrolní i experimentální skupiny též při posuzování výsledků pouze v rámci předmětu chemie, resp. předmětu přírodopis. Vliv pohlaví na výsledky mezi kontrolní a experimentální skupinou Pretestů při bližší analýze nebyl zaznamenán.

Tab. 28: Dvojbýřerový Mannův–Whitneyův U test (v závislosti na proměnné skupina: kontrolní/experimentální).

	statistický test A1		
	Pretest - oba předměty	Pretest - chemie	Pretest - přírodopis
$Md_{kontrolní}$ (medián kontrolní skupina)	8,000	8,000	7,000
SD (směrod. odch. $Md_{kontrolní}$)	5,4880	6,4358	3,0692
$Md_{experimentální}$ (medián experimentální skupina)	7,000	7,000	7,000
SD (směrod. odch. $Md_{experimentální}$)	5,5503	6,6669	3,2168
$N_{kontrolní}$ (počet validních dotazníků v kontrol. skupině)	190	104	86
$N_{experimentální}$ (počet validních dotazníků v exper. skupině)	197	113	84
Mann-Whitney U	17789,500	5135,000	3340,500
Wilcoxon W	37292,500	11576,000	7081,500
Z (hodnota testové statistiky)	-0,843	-1,607	-0,848
p -hodnota (oboustranná)	0,399	0,108	0,397
r ($r = Z / \sqrt{N}$), $N = 58$	-0,043	0,109	0,065
$\eta^2 = Z^2 / (N - 1)$	0,00184	0,01196	0,004256
Cohenovo d	0,0861	0,219	0,130

Test A2+A3) Rozdíl v Posttestu1 (resp. Posttestu2) mezi kontrolní a experimentální skupinou

Následně bylo zapotřebí zjistit, zda mezi žáky kontrolní a experimentální skupiny existují statisticky významné rozdíly ve výsledcích z Posttestů1 a taktéž z Posttestů2 (obrázek 23).



Obr. 23: Schématické znázornění statistického posouzení výsledků Posttestů mezi kontrolní a experimentální skupinou.

Jako vhodná statistická metoda byl opět zvolen dvojvýběrový Mannův–Whitneyův U test, který porovnává data ze dvou výběrů. Byla stanovena nulová a k ní alternativní hypotéza.

H_0 : Žáci kontrolní a experimentální skupiny dosahují srovnatelných výsledků z Posttestů1 (resp. Posttestů2).

H_1 : Žáci kontrolní a experimentální skupiny nedosahují srovnatelných výsledků z Posttestů1 (resp. Posttestů2).

Výsledky testu A2 (resp. A3) včetně základní popisné statistiky jsou shrnuty v tabulce 29 a na obrázku 24.

Sloučená data (oba předměty)

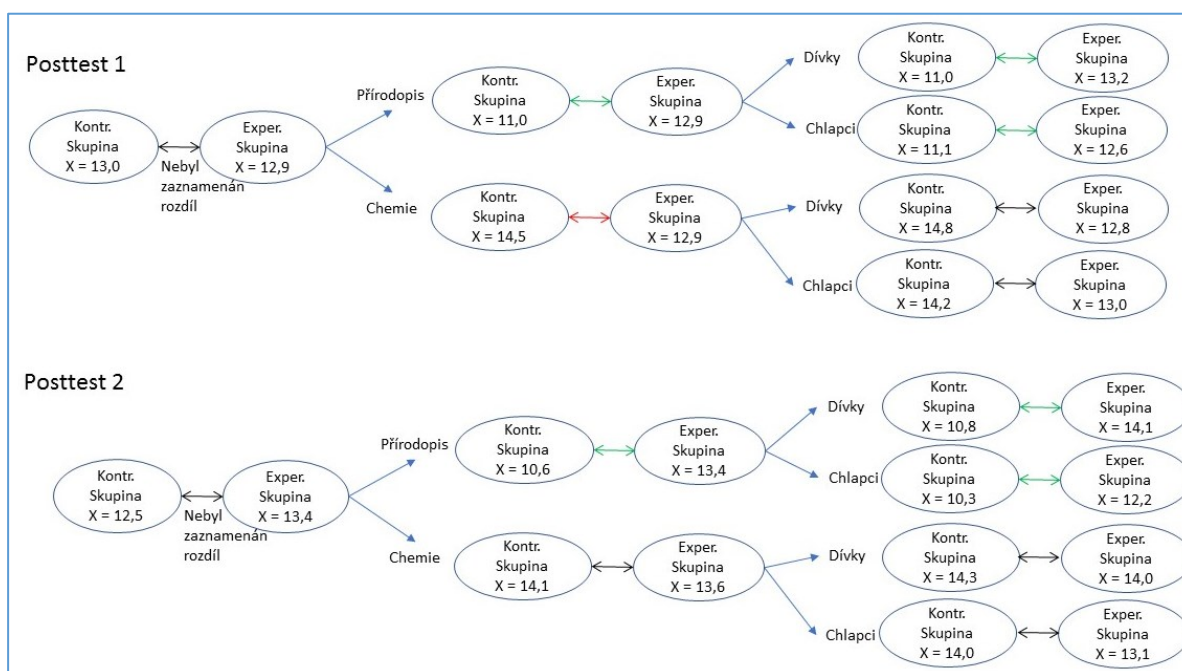
Vypočtená p -hodnota u obou posttestů je vyšší než 0,05 (nelze zamítnout nulovou hypotézu), což znamená, že žáci kontrolní i experimentální skupiny dosahovali srovnatelných výsledků z Posttestů1 (resp. Posttestů2), bez ohledu na to, zda se jedná o předmět přírodopis nebo předmět chemie. Vliv pohlaví na výsledky mezi kontrolní a experimentální skupinou obou Posttestů (jsou-li předměty sloučené) nebyl při bližší analýze zaznamenán.

Předmět chemie

V předmětu chemie byla na základě použitého testu zamítnuta nulová hypotéza u Posttestu1 ($p = 0,035$; rozdíl byl slabý, $d = 0,28$). **Žáci kontrolní skupiny dosáhli statisticky signifikantně lepších výsledků v Posttestu1 než žáci skupiny experimentální.** U Posttestu2 nebyl rozdíl zaznamenán (nulová hypotéza nebyla zamítnuta). Vliv pohlaví na výsledky mezi kontrolní a experimentální skupinou obou Posttestů při bližší analýze nebyl zaznamenán.

Předmět přírodopis

V předmětu přírodopis byla na základě použitého testu zamítnuta nulová hypotéza jak u Posttestu1 ($p = 0,002$; rozdíl byl středně veliký $d = 0,52$), tak u Posttestu2 ($p = 0,000$; rozdíl byl středně veliký až veliký, $d = 0,67$). **Žáci experimentální skupiny dosáhli statisticky signifikantně lepších výsledků v Posttestu1 i Posttestu2 než žáci skupiny kontrolní. Statisticky lepší výsledky experimentální skupiny na rozdíl od skupiny kontrolní se projeví jak u dívek ($p = 0,015$; $d = 0,55$ u Posttestu1, $p = 0,001$; $d = 0,74$ u Posttestu2), tak u chlapců ($p = 0,037$; $d = 0,50$ u Posttestu1, $p = 0,009$; $d = 0,61$ u Posttestu2).**



Obr. 24: Porovnání bodového zisku mezi kontrolní a experimentální skupinou (následně rozdělenou na dívky a chlapce): (a) z Posttestu1 (nahore); (b) z Posttestu2 (dole).

Barevné obousměrné šipky znázorňují statisticky signifikantní naměřené rozdíly s tím, že: červené šipky znázorňují, že vyššího bodového zisku dosáhli žáci kontrolní skupiny, zelené šipky znázorňují, že vyššího bodového zisku dosáhli žáci experimentální skupiny. X je dosažené průměrné skóre.

Tab. 29: Dvojvýběrový Mannův–Whitneyův U test (v závislosti na proměnné – skupina experimentální/kontrolní). Tučně jsou znázorněny statisticky signifikantní rozdíly, červeně je znázorněno, že vyššího bodového zisku dosáhli žáci kontrolní skupiny, zeleně je znázorněno, že vyššího bodového zisku dosáhli žáci experimentální skupiny.

	statistický test A2			statistický test A3		
	Posttest1 - oba předměty	Posttest1 - chemie	Posttest1 - přírodopis	Posttest2 - oba předměty	Posttest2 - chemie	Posttest2 - přírodopis
$Md_{kontrolní}$ (medián kontrolní skupina)	11,000	10,000	11,000	10,000	10,000	10,000
SD (směrod. odch. $Md_{kontrolní}$)	6,0179	6,8534	3,9295	5,9671	6,7598	4,1985
$Md_{experimentální}$ (medián experimentální skupina)	13,000	10,000	13,500	13,000	10,000	13,000
SD (směrod. odch. $Md_{experimentální}$)	5,8313	7,1149	3,1215	6,0855	7,4736	3,2973
$N_{kontrolní}$ (počet validních dotazníků v kontrol. skupině)	188	107	81	200	107	93
$N_{experimentální}$ (počet validních dotazníků v exper. skupině)	191	114	77	197	115	82
Mann-Whitney U	17773,500	5102,500	2211,500	18049,500	5560,500	2417,500
Wilcoxon W	35539,500	11657,500	5532,500	38149,500	12230,500	6788,500
Z (hodnota testové statistiky)	-0,169	-2,103	-3,160	-1,446	-1,243	-4,180
p -hodnota (oboustranná)	0,865	0,035	0,002	0,148	0,214	0,000
r ($r = Z / \sqrt{N}$), $N = 58$	-0,009	-0,141	-0,251	-0,073	-0,083	-0,316
$\eta^2 = Z^2 / (N - 1)$	0,00008	0,0201	0,0636	0,00528	0,00699	0,1004
Cohenovo d	0,018	0,285	0,519	0,1464	0,167	0,666

4.2.2.4 Posun ve výsledcích mezi Pretesty, Posttesty1 a Posttesty2

Následně byly zkoumány rozdíly mezi didaktickými testy v rámci časového posunu, tedy rozdíly mezi testy téhož žáka v témže tématu. Pro takové srovnání byly použity testy párové – konkrétně neparametrický Wilcoxonův párový test. Byla dělána dvě porovnání: mezi Pretestem a Posttestem1 (test C) a mezi Posttestem1 a Posttestem2 (test D), viz obrázek 25.



Obr. 25: Schematické znázornění statistického posouzení výsledků Pretestů mezi kontrolní a experimentální skupinou.

Test C) Posun ve výsledcích mezi Pretestem a Posttestem1

Jako vhodná statistická metoda byl zvolen neparametrický Wilcoxonův párový test, který porovnává párová data z téhož výběru. Byla stanovena nulová a k ní alternativní hypotéza.

H_0 : Výsledky Pretestu a Posttestu1 jsou srovnatelné.

H_1 : Výsledky Pretestu a Posttestu1 se liší.

Výsledky testu C včetně základní popisné statistiky jsou shrnuty v tabulce 30. Jelikož je p -hodnota nižší než 0,05, byla nulová hypotéza zamítnuta, a to jak u kontrolní a experimentální skupiny, tak u sloučených dat, bez ohledu na realizovaný typ výuky. Ke stejným výsledkům (statisticky signifikantní rozdíly) se dospělo i při zkoumání po rozdělení dotazníků dle vyučovaného předmětu: **Žáci dosáhli statisticky signifikantně lepších výsledků jak v kontrolní skupině, tak v experimentální skupině, z Posttestu1 než z Pretestu. K shodným výsledkům se dospělo, i pokud zkoumáme pouze předmět chemii či předmět přírodopis. Rozdíly byly zaznamenány jako velmi velké ($d > 1,26$). Statisticky signifikantního zlepšení v kontrolní i experimentální skupině dosáhli jak chlapci, tak dívky ($p = 0,000$).**

Tab. 30: Párový Wilcoxonův test – porovnání dat mezi Pretestem a Posttestem1. Tučně jsou znázorněny statisticky signifikantní rozdíly, zeleně je označeno zlepšení v testech.

	Pretest – Posttest1 - sloučená data	Pretest – Posttest1 - kontrolní skupina	Pretest – Posttest1 - experimentální skupina
$Md_{pretest}$ (medián pretest)	7,000	8,000	7,000
SD (směrod. odch. $Md_{pretest}$)	5,5152	5,488	5,5503
$Md_{posttest1}$ (medián posttest1)	11,500	11,000	13,000
SD (směrod. odch. $Md_{posttest1}$)	5,9170	6,0179	5,8313
$N_{pretest}$ (počet validních pretestů)	387	190	197
$N_{posttest1}$ (počet validních dotazníků posttestů1)	379	188	191
N počet porovnání	346	171	175
Z	-14,285	-9,854	-10,341
p -hodota (oboustranná)	0,000	0,000	0,000
r ($r = Z / \sqrt{N}$)	-0,543	-0,533	-0,553
$r^2 = Z^2 / (N - 1)$	0,295	0,285	0,306
Cohenovo d	1,293	1,260	1,327

Test D) Posun ve výsledcích mezi Posttestem1 a Posttestem2 – časový interval 2-3 měsíce

Jako vhodná statistická metoda byl opět zvolen neparametrický Wilcoxonův párový test, který porovnává párová data z téhož výběru. Byla stanovena nulová a k ní alternativní hypotéza.

H_0 : Výsledky Posttestu1 a Posttestu2 jsou srovnatelné.

H_1 : Výsledky Posttestu1 a Posttestu2 nejsou srovnatelné.

Výsledky testu D včetně základní popisné statistiky jsou shrnuty v tabulce 31 a vyznačeny na obrázku 26.

Sloučená data (oba předměty)

Z výsledků vyplynulo, že ke statisticky signifikantnímu zlepšení došlo u experimentální skupiny ($p = 0,000$; rozdíl slabý až středně silný $d = 0,39$), a to hlavně u dívek (statisticky signifikantní zlepšení se středně silným efektem, $Z = -3,415$, $N = 180$ (95+95), $p = 0,001$; $d = 0,53$). U kontrolní skupiny došlo k zanedbatelnému nesignifikantnímu zhoršení ($p = 0,768$; $d = 0,03$).

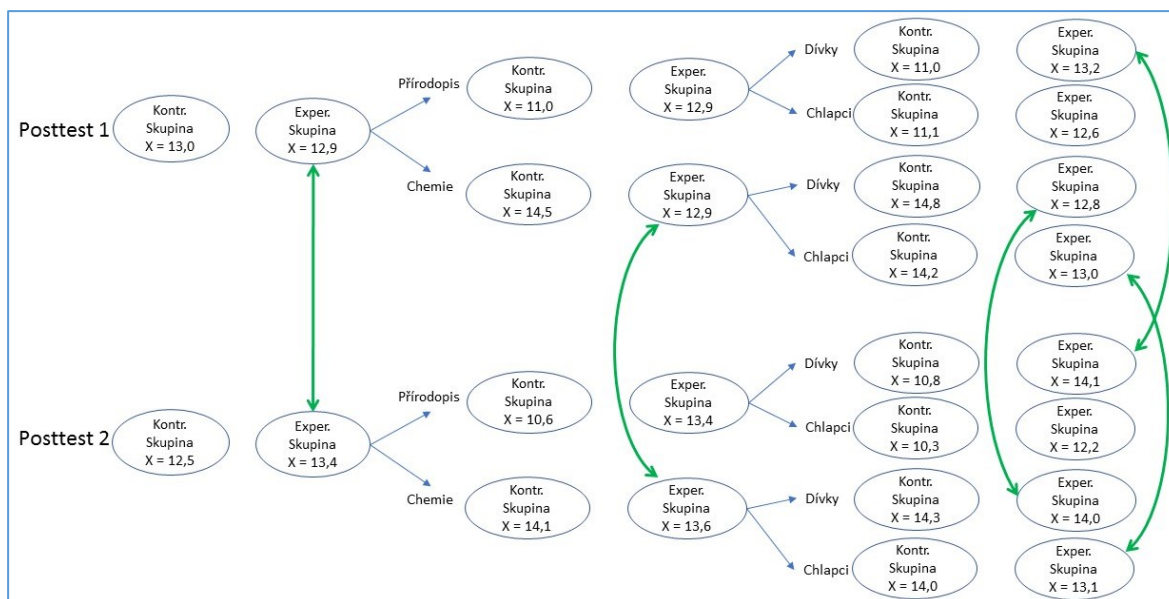
Předmět chemie

Z výsledků vyplynulo, že ke statisticky signifikantnímu zlepšení došlo opět pouze u experimentální skupiny ($p = 0,001$; rozdíl byl středně silný, $d = 0,47$). Bližší analýzou bylo zjištěno, že ke statisticky signifikantnímu zlepšení v experimentální skupině dochází jak u chlapců ($Z = -2,328$, $N = 90$ (45+45), $p = 0,020$; $d = 0,51$), tak u dívek ($Z = -2,320$, $N = 114$ (57+57), $p = 0,020$; $d = 0,44$).

U kontrolní skupiny došlo opět k zanedbatelnému nesignifikantnímu zhoršení ($p = 0,673$; $d = 0,06$).

Předmět přírodopis

Stejný trend se projevil i u předmětu přírodopis, avšak rozdíly nebyly statisticky signifikantní (jsou-li dívky a chlapci dohromady) a vzhledem k věcné signifikanci zaznamenané rozdíly byly malé (efekt je slabý, $p = 0,125$; $d = 0,256$). Nicméně bližší analýzou bylo zjištěno, že u dívek v experimentální skupině dochází ke statisticky signifikantnímu zlepšení (efekt je středně silný, $Z = -2,473$, $N = 76$ (38+38), $p = 0,013$; $d = 0,59$). U kontrolní skupiny došlo k zanedbatelnému nesignifikantnímu zhoršení ($p = 0,910$; $d = 0,018$).



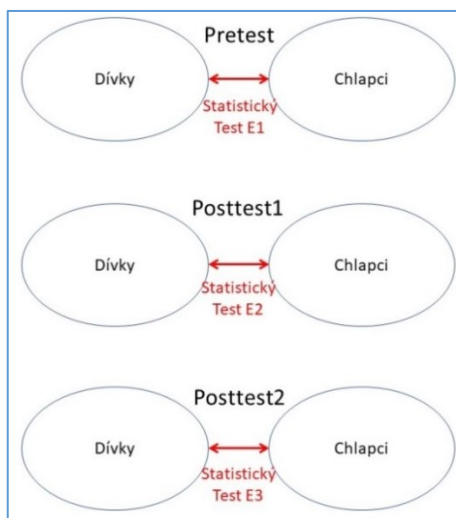
Obr. 26: Porovnání bodového zisku mezi Posttestem1 a Posttestem2 (rozděleného zvláště na kontrolní a zvláště na experimentální skupinu a též podle předmětu i pohlaví).
 Obousměrné šipky znázorňují naměřené statisticky signifikantní rozdíly s tím, že: zelené šipky znázorňují, že došlo ke statisticky signifikantnímu zlepšení.

Tab. 31: Párový Wilcoxonův test – porovnání dat mezi Posttestem1 a Posttestem2. Zeleně jsou znázorněny statisticky signifikantní rozdíly. Tučně jsou znázorněny statisticky signifikantní rozdíly, zeleně je označeno zlepšení, červeně zhoršení v testech.

	oba předměty		chemie		přirodopis	
	Posttest1 – Posttest2 - kontrolní skupina	Posttest1 – Posttest2 - experimen. skupina	Posttest1 – Posttest2 - kontrolní skupina	Posttest1 – Posttest2 - experimen. skupina	Posttest1 – Posttest2 - kontrolní skupina	Posttest1 – Posttest2 - experimen. skupina
$Md_{posttest1}$ (medián posttest1)	11,000	13,000	10,000	10,000	11,000	13,500
SD (směrod. odch. $Md_{posttest1}$)	6,0179	5,8313	6,8534	7,1149	3,9295	3,1215
$Md_{posttest2}$ (medián posttest2)	10,000	13,000	10,000	10,000	10,000	13,000
SD (směrod. odch. $Md_{posttest2}$)	5,9671	6,0855	6,7598	7,4736	4,1985	3,2973
$N_{posttest1}$ (počet validních posttestů1)	190	197	107	114	81	77
$N_{posttest2}$ (počet validních dotazníků posttestů2)	200	197	107	115	93	82
N počet porovnání	180	175	100	102	80	73
Z	-0,294	-3,608	-0,422	-3,271	-0,113	-1,536
p -hodota (oboustranná)	0,768	0,000	0,673	0,001	0,910	0,125
r ($r = Z / \sqrt{N}$)	-0,015	-0,193	0,030	0,229	0,009	0,127
$\eta^2 = Z^2 / (N - 1)$	0,00022	0,0373	0,000895	0,0527	0,00008	0,0163
Cohenovo d	0,030	0,393	0,060	0,471	0,018	0,256

4.2.2.5 Vliv pohlaví žáka na výsledky didaktických testů

Následně byly zkoumány rozdíly mezi didaktickými testy v závislosti na pohlaví žáka, viz obrázek 27.



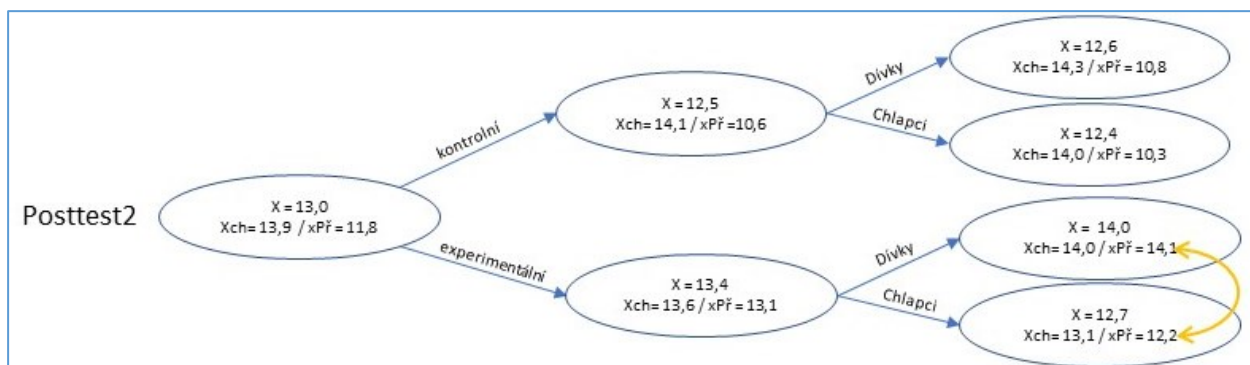
Obr. 27: Schematické znázornění skupin (dívky a chlapci), mezi kterými byl prováděn statistický test E (resp. E1 u Pretestu, E2 u Posttestu1 a E3 u Posttestu2).

Jako vhodná statistická metoda byl opět zvolen neparametrický dvojvýběrový Mannův–Whitneyův U test, který porovnává data ze dvou nezávislých výběrů. Byla stanovena nulová a k ní alternativní hypotéza.

H_0 : Dívky a chlapci dosahují srovnatelných výsledků z didaktických testů.

H_1 : Dívky a chlapci dosahují odlišných výsledků z didaktických testů.

Vliv pohlaví na výsledky didaktických testů byl zaznamenán pouze u Postttestu2 v předmětu přírodopis v experimentální skupině ($p = 0,006$). Dívky dosáhly statisticky signifikantně lepších výsledků než chlapci. Rozdíl ve výsledcích byl středně veliký až veliký ($d = 0,63$). Výsledky testu jsou shrnuty v tabulce 32 a znázorněny na obrázku 28.



Obr. 28: Porovnání bodového zisku mezi dívkami a chlapci.

Obousměrná žlutá šipka znázorňuje naměřené statisticky signifikantní rozdíly. X je dosažené průměrné skóre bez ohledu na vyučovaný předmět, X_{ch} je dosažené průměrné skóre z předmětu chemie, $xPř$ je dosažené průměrné skóre z předmětu přírodopis.

Tab. 32: Dvojvýběrový Mannův–Whitneyův U test (v závislosti na proměnném pohlaví: dívky/chlapci), předmět přírodopis, skupina experimentální. Tučně jsou znázorněny statisticky signifikantní rozdíly.

	Posttest2
$Md_{dívky}$ (medián dívky)	14,500
SD (směrod. odch. $Md_{dívky}$)	3,1745
$Md_{chlapani}$ (medián chlapci)	12,000
SD (směrod. odch. $Md_{chlapani}$)	3,1938
$N_{dívky}$ (počet validních dotazníků - dívky)	41
$N_{chlapani}$ (počet validních dotazníků - chlapci)	41
Mann-Whitney U	548,000
Wilcoxon W	1409,000
Z (hodnota testové statistiky)	-2,721
p -hodnota (oboustranná)	0,006
r ($r = Z / \sqrt{N}$), $N = 268$	-0,300
$\eta^2 = Z^2 / (N - 1)$	0,0914
Cohenovo d	0,629
Proměnná: skupina (0 = dívky, 2 = chlapci)	

Realizovaný didaktický výzkum má však své **limity**. Více viz kapitola Diskuze.

5 Diskuze

5.1 Diskuze – teoretická část

Teoretická část vychází z potřeby rozvíjet klíčové kompetence žáků, což je též ukotveno v kurikulárních dokumentech – v rámcových vzdělávacích programech. V březnu 2017 byl upraven Rámcově vzdělávací plán pro základní vzdělávání (RVP ZV) tak, aby sjednotil kurikula základního vzdělávání. To má žákům pomoci utvářet a postupně rozvíjet klíčové kompetence a poskytovat spolehlivý základ všeobecného vzdělání orientovaného zejména na situace blízké životu a na praktické jednání. Cílem vzdělávání je působit na žáky souborem klíčových kompetencí na úrovni přiměřené jejich věku.

Jednou z možností, jak klíčové kompetence žáků rozvíjet, se zdá být zapojování badatelsky orientované výuky, která staví žáka do centra dění. Zapojování badatelsky orientované výuky do školní praxe v České republice též podpořila Česká školní inspekce ve vztahu k výsledkům mezinárodního šetření PISA (Blažek & Příhodová, 2016), která apeluje, aby se učitelé zaměřili na hledání a rozvíjení takových metodických a didaktických postupů v předmětech, které budou rozvíjet badatelské a experimentální dovednosti žáků, jak je doporučováno v požadavcích vzdělávacích oblastí Člověk a příroda, Člověk a zdraví obsažených v RVP ZV (MŠMT, 2006). Tato skutečnost vychází z analýzy faktorů ovlivňující výsledky žáků.

Doposud bylo realizováno již mnoho pedagogických výzkumů, které byly zaměřeny na vliv badatelsky orientované výuky na žáky, a to především v zahraničí. V 80. letech minulého století byla otázka efektivity badatelsky orientované výuky významnou oblastí výzkumu výuky. Studie v tomto období (Bredderman, 1983; Jaus, 1977; Lott, 1983; Padilla et al., 1984; Selim & Shrigley, 1983; Shymansky et al., 1990; Shymansky et al., 1983; Sweitzer & Anderson, 1983; Weinstein et al., 1982; Wise & Okey, 1983) dokazovaly jednoznačný pozitivní vliv na kognitivní rozvoj žáků. Pozdější studie jako celek (např. Chatterjee et al., 2009; Cobern et al., 2010) již prokazatelný pozitivní vliv nedokazovaly. Přestože existuje celá řada studií o pozitivním vlivu BOV na žáky (Blanchard et al., 2010; Chang & Mao, 1999; Minner et al., 2010; Tuan et al., 2005 atd.), existují i studie o neutrálním a dokonce i o negativním postoji k zavádění BOV do výuky (Chall, 2000; Kirschner et al., 2006; Klahr & Nigam, 2004; Moreno, 2004).

Z realizovaných zahraničních výzkumů je však možné odvodit:

- čím vyšší je stupeň bádání, tím je výuka efektivnější pro osvojení dovedností a pro rozvoj porozumění vědeckému obsahu (Blanchard et al., 2010; Chang & Mao, 1999; Sadeh & Zion, 2009)
- je vhodné kombinovat nižší typ bádání (tradičně vedená laboratorní výuka) s vyššími typy bádání (Lederman et al., 2008)
- největší pozitivní dopad má BOV na žáky 1. stupně základní školy a s rostoucím věkem žáků klesá (Hattie, 2009).

V České republice bylo doposud publikováno 7 pedagogických výzkumů, které byly zaměřeny na vliv badatelsky orientované výuky na žáky. Výsledky z těchto studií poukazují na pozitivní dopad badatelsky orientované výuky či alespoň jejích prvků na žáky základních škol, gymnázií i vysokých škol. V práci Rokose (2017) se neprojevil pozitivní vliv u žáků 2. stupně základních škol, na rozdíl od práce autorek Ryplové a Rehákové (2011) a práce autorského kolektivu Škoda et al. (2015), kde tento vliv byl na stejné úrovni vzdělávání zaznamenán. Ostatní práce byly cíleny na žáky prvního stupně základních škol či naopak na vyšší stupně gymnázií.

Autorka práce se tedy domnívá, že je vhodné realizovat další pedagogické experimenty, které by vliv badatelsky orientované výuky na žáky v oblasti ISCED 2 mapovaly. Z toho důvodu navrhla dvě na sebe navazující výzkumná šetření.

5.2 Diskuze – první výzkumné šetření

V rámci disertační práce byla vytvořena badatelsky orientovaná úloha, která byla zaměřena na elektrolýzu vodných roztoků vybraných solí. Při implementaci navržené úlohy do výuky se potvrdilo, že z hlediska přípravy pro učitele je badatelský způsob výuky náročnější než způsob tradiční. Úloha musí být řádně připravena, včetně možných alternativ, které žáky mohou napadnout při její realizaci v laboratorním cvičení. Též se osvědčilo klást veliký důraz na motivační složku. Motivací u navržené úlohy byl příběh ze známé pohádky a následně barevné změny, ke kterým dochází v průběhu experimentování.

Navržená úloha byla ověřena ve školním roce 2018/2019 na Základní škole Sušice a taktéž na Gymnáziu Sušice. Žáci pracovali v chemické laboratoři ve skupinách. Měli možnost se poradit s vyučujícím, opakovat reakce i hledat v poznámkách či literatuře. V průběhu realizace bylo zjištěno, že je velmi obtížné přimět žáky, aby byli aktivní. Žáci nebyli zvyklí pracovat samostatně (tedy bez předem připraveného návodu, který

popisoval všechny dílčí kroky experimentu) a pro učitele bylo těžké je přimět k takové činnosti. Při realizaci se potvrdilo, že není vhodné ve školní praxi začínat ihned s nejvyšší úrovní badatelsky orientované výuky, ale je zapotřebí začít od nižších úrovní (Radvanová, Čížková, & Martinková, 2019). I přes jistou počáteční pasivitu žáci danou úlohu byli schopni vyřešit, navrhnout různá řešení detekce jednotlivých iontů a některé z nich pod dohledem učitele i realizovat. Výsledkem byl vyplněný pracovní list, prezentace výsledků jednotlivých skupin a závěrečné shrnutí vyučujícím.

Po skončení laboratorního cvičení žáci obou tříd vyplnili dotazník, který byl zaměřený na sledování vnitřní motivace žáků. Reliabilita použitého výzkumného nástroje byla vypočtena prostřednictvím koeficientu Cronbachova alfa. Dle vypočtených hodnot této míry reliability lze poukázat na velmi dobrou vnitřní konzistenci dat a tedy na jejich vysokou spolehlivost. Z výsledků realizovaného dotazníkového šetření vyplynulo, že navržená badatelsky orientovaná úloha na téma Elektrolýza vodných roztoků solí má edukační potenciál, ale vzhledem k hodnocení dosahovala pouze průměrného, popř. mírně pozitivního skóre ve vztahu ke všem čtyřem sledovaným škálám: zájem/potěšení, úsilí/důležitost, uvědomění si svých schopností a hodnota/užitečnost. Z výsledků tedy vyplývá, že navržená úloha spíše vzbuzovala u žáků zájem, žáci byli spíše ochotni vkládat úsilí (snažili se, aby uspěli), měli spíše pocit, že si v průběhu laboratorního cvičení vedli dobře a spíše pociťovali význam zařazené úlohy.

Následnou statistickou analýzou bylo zjištěno, že mezi žáky základní školy a žáky gymnázií existuje statisticky významný rozdíl ve vztahu k zařazené navržené úloze a to u dvou škál: uvědomění si svých schopností (žákův pocit, že si vede dobře) a hodnota/užitečnost (u obou škál byl rozdíl zaznamenán jako veliký), což částečně koreluje s výsledky Rokose (2017), který prokázal pozitivní vliv BOV na žáky nižšího stupně gymnázia, avšak u žáků ekvivalentního ročníku základních škol tento vliv již nezaznamenal. Na víceletá gymnázia odcházejí vybraní žáci, kteří mají studijní předpoklady a chtějí se učit. Většina z nich má zejména mnohem lepší čtenářskou gramotnost, než žáci druhého stupně základních škol. To jim umožňuje lepší pochopení textu, dedukci postupů i závěrů úkolů.

Co se týče pohlaví žáků, mezi dívkami a chlapci nebyl naměřen statisticky významný rozdíl ve vztahu ke sledovaným škálám vnitřní motivace. Dívky i chlapci úlohu hodnotili shodně, což je v souladu s výsledky autorů Akcay a Yager (2016).

Korelační analýzou byly nalezeny velmi silné vztahy mezi škálami: zájem/potěšení a úsilí/důležitost (nejsilnější vztah); zájem/potěšení a hodnota/užitečnost; úsilí/důležitost a hodnota/užitečnost a zájem/potěšení a uvědomění si svých schopností. Úloha přišla

žákům zajímavá a bavila je, právě když žáci pocítovali význam probírané látky, a zároveň právě když byli ochotni vynaložit ve své práci větší úsilí. Žáci projevovali zájem o probíranou látku, právě když pocítovali, že jsou schopni danému učivu porozumět. Obdobné korelace mezi složkami vnitřní motivace byly identifikovány i v jiných studiích (Ryan & Deci, 2000; Kekule & Žák, 2001; Rusek & Becker, 2011; Kubiátko, Švandová, Šibor, & Škoda, 2012; Kekule, Žák, Ješková, Kimáková, Ganajová, & Kireš, 2017; Šarboch & Teplá, 2018).

Z výsledků jasně vyplývá, že je vhodné klást veliký důraz na to, aby žákům přišla úloha zajímavá a též hodnotná.

Realizované první výzkumné šetření má však své limity. Do výzkumu byly zahrnuty pouze dvě třídy – ze základní školy a z nižšího ročníku víceletého gymnázia. Výsledky tedy nelze zobecnit na celou populaci osmých ročníků základních škol v České republice (tedy ani na jiné ročníky základních či dokonce středních škol). Větší důraz byl kladen na popisnou statistiku než na statistiku interferenční. Jednalo se o případovou studii, která zkoumala, jak se jedna konkrétní úloha implementuje do výuky a jaký vliv má tato úloha na dvě třídy žáků (na jejich vnitřní motivaci).

Vzhledem k tomu, že se pracovalo pouze s experimentální skupinou, není možné posuzovat efektivitu badatelsky orientované výuky, to bylo předmětem dalšího zkoumání.

5.3 Diskuze – druhé výzkumné šetření

Druhé výzkumné šetření probíhalo ve školním roce 2019/2020 a zkoumalo efektivitu badatelsky orientované výuky (experimentální/badatelská výuka) ve vztahu k tradičně pojatému laboratornímu cvičení, při kterém žáci postupují dle daného postupu práce (kontrolní/tradiční výuka). Šetření bylo realizováno ve dvou třídách 8. ročníku v předmětu chemie i v předmětu přírodopis na Základní škole Sušice. Šetření bylo navrženo a též realizováno tak, že kontrolní třída v prvním předmětu byla následně experimentální třídou v předmětu druhém (a naopak). Tím byl do jisté míry kompenzován Hawthornský efekt (efekt způsobený tím, že subjekty experimentální skupiny vědí, že jsou sledovány a chovají se jinak, než očekávají výzkumníci) (Mayo, 1949) a též John Henry efekt – efekt způsobený tím, že subjekty kontrolní skupiny chtějí dosáhnout lepších výsledků než subjekty skupiny experimentální (Saretsky, 1972).

Zdrojem badatelských úloh se po rešerši několika dostupných materiálů (závěrečné práce – bakalářské/diplomové/disertační, dostupné zdroje z internetu, výstupy z projektů TEMI/Establish atd.) staly náměty na laboratorní úlohy pro výuku předmětu chemie a přírodopis pro 2. stupeň základních škol z projektu Věda není žádná věda (Volmutová et al., 2013). V projektu bylo vytvořeno veliké množství úloh, které svým obsahem spadaly do tematického plánu obou předmětů 8. ročníku Základní školy Sušice. Byly vybírány takové úlohy, které bylo možné ukotvit do reálného kontextu, což ve vztahu k implementaci BOV do výuky doporučují autoři Rudolph (2005), Giest (2014) nebo Cetin-Dindar (2016). Úlohy byly žákům předkládány pro účely otevřeného bádání (terminologie: Buck et al., 2008), popř. nasměrovaného bádání (terminologie: Banchi & Bell, 2008). Tradičně pojaté úlohy vycházely z úloh určených pro otevřený (popř. nasměrovaný) typ bádání a byly autorkou práce upraveny takovým způsobem, aby žáci měli k dispozici jasně daný návod se všemi popsány kroky. Nebyly vynechány motivační složky a případné doplňkové materiály (studijní texty apod.). Ke každé úloze byl dále připraven didaktický test, který byl žákům zadán celkem třikrát (pretest, posttest1 a posttest2). Z toho důvodu byl tvořen tak, aby jeho vyplnění nebylo příliš časově náročné. Obsah testu byl vždy směřován ke každé úloze.

Původně bylo připraveno 10 úloh (5 úloh pro předmět chemie, 5 úloh pro předmět přírodopis). Nicméně výzkumné šetření muselo být ukončeno již v březnu 2020, a to z důvodu vyhlášení nouzového stavu v České republice. Realizováno bylo 7 úloh pojatých pro otevřené (popř. nasměrované) bádání a 7 tradičně pojatých úloh.

Po skončení laboratorního cvičení žáci vždy vyplnili dotazník, který byl zaměřený na sledování vnitřní motivace žáků. Dotazník byl oproti prvnímu výzkumnému šetření upraven – byl zkrácen z 25 položek na 16 a škála „uvědomění si svých schopností“ byla nahrazena škálou „tlak“.

Reliabilita použitého výzkumného nástroje (dotazníku) byla opět vypočtena prostřednictvím koeficientu Cronbachovo alfa a lze konstatovat, že naměřená data byla vnitřně konzistentní a spolehlivá.

Obsahová validita didaktických testů byla posuzována panelem expertů, reliabilita byla taktéž vypočtena prostřednictvím koeficientu Cronbachovo alfa a lze konstatovat, že naměřená data byla vnitřně konzistentní a spolehlivá.

Podle uvážení byly po proběhlém laboratorním cvičení realizovány se žáky rozhovory (interview), které měly za úkol upřesnit získané výsledky a zjistit, jak se žákům pracovalo, co se jim líbilo, či naopak, s čím nebyli během výuky spokojeni.

Pro kvalitní realizaci badatelsky orientované výuky představuje vyučující klíčový prvek (Radvanová, 2017). Velmi důležité jsou učitelovy osobní zkušenosti s badatelskou výukou a též schopnost transferovat tradičně pojaté úlohy do podoby badatelských aktivit (Fazio, Melville, & Bartley, 2010; Stroupe, 2015). Vzhledem k těmto skutečnostem i vzhledem k tomu, že první výzkumné šetření odhalilo náročnost při implementaci badatelských úloh do výuky, autorka práce a zároveň vyučující si každou úlohu vyzkoušela v časovém předstihu i ve výuce v odpovídajícím ročníku na gymnáziu. Tím byla mimo jiné připravena na možné překážky při realizaci otevřeného (popř. nasměrovaného) typu bádání. Taktéž se osvědčilo mít připravené návodné otázky, kdyby si žáci při realizaci nevěděli rady, a zároveň proto, aby jim vyučující neodhalila ihned správné řešení.

První i druhé výzkumné šetření poukazuje na význam kompetencí učitele pro realizaci BOV, což úzce souvisí s požadavky na kvalitní přípravu budoucích učitelů přírodovědných předmětů, na což též upozorňují autoři Duncan, Pilitsis a Piegaro (2010).

Vzhledem k časové náročnosti spojené s implementací badatelských úloh do výuky (Kleve, 2007; Petr, 2014b) se při návrhu pedagogického experimentu počítalo s tím, že při kontrolní výuce budou žáci na realizaci úlohy potřebovat mnohem méně času než při realizaci experimentální výuky, při které žáci sami navrhnou postup práce. Proto na realizaci experimentální výuky byl vyčleněn čas 90 minut, na realizaci kontrolní výuky pouze 60 minut. Zbýlý čas byl využit k procvičování jiného učiva z předmětu přírodopis a chemie, na úklid laboratoře či na přípravu materiálu a pomůcek k jiným s tématem nesouvisejícím aktivitám. Vzhledem k tomu, že žáci experimentální skupiny v předmětu přírodopis byli následně žáky kontrolní skupiny v předmětu chemie (a naopak), byla časová dotace na další aktivity (procvičování/úklid/příprava) v obou skupinách vyrovnána.

Druhé výzkumné šetření zkoumalo vliv badatelských úloh na dvě oblasti: (A) na vnitřní motivaci žáků a (B) na úroveň získaných poznatků.

A) Co se týče vlivu na vnitřní motivaci žáka, byly zjištěny následující informace.

- Co se týče celkového hodnocení úloh žáky, bylo zjištěno, že žáci hodnotili zařazené úlohy (úlohy pro nasměrovaný/otevřený typ bádání i úlohy pro tradičně vedenou laboratorní výuku) velmi pozitivně. Průměrná hodnota naměřeného skóre se pohybovala kolem hodnoty 6 (z rozmezí 1 – 7). Oba typy úloh (resp. uskutečněná laboratorní cvičení) vzbuzovaly u žáků zájem, žáci byli ochotní

vkładat úsilí (snažili se, aby uspěli), necítili se být v průběhu laboratorního cvičení pod tlakem a pociťovali význam zařazené úlohy.

- Porovnání výsledků kontrolní a experimentální skupiny po konci výzkumného šetření však **neprokázalo**, že by badatelská výuka měla vliv na sledované složky vnitřní motivace: žáci se nelišili ani v jedné ze sledovaných škál vnitřní motivace: **žáci pociťovali obdobný zájem, vkládali shodné úsilí, cítili se být pod stejným tlakem a pociťovali shodně hodnotu laboratorní činnosti bez ohledu na to, zda výuka byla realizována tradičním způsobem, či způsobem badatelským**. K obdobným výsledkům, které nepotvrdily pozitivní vliv BOV na žáky ve vztahu k výuce přírodovědných předmětů, dospěli Cobern et al. (2010); McConney et al. (2014) či Schneider et al. (2002).

Po rozdělení dat z dotazníků dle vyučovaného předmětu byly odhaleny rozdíly:

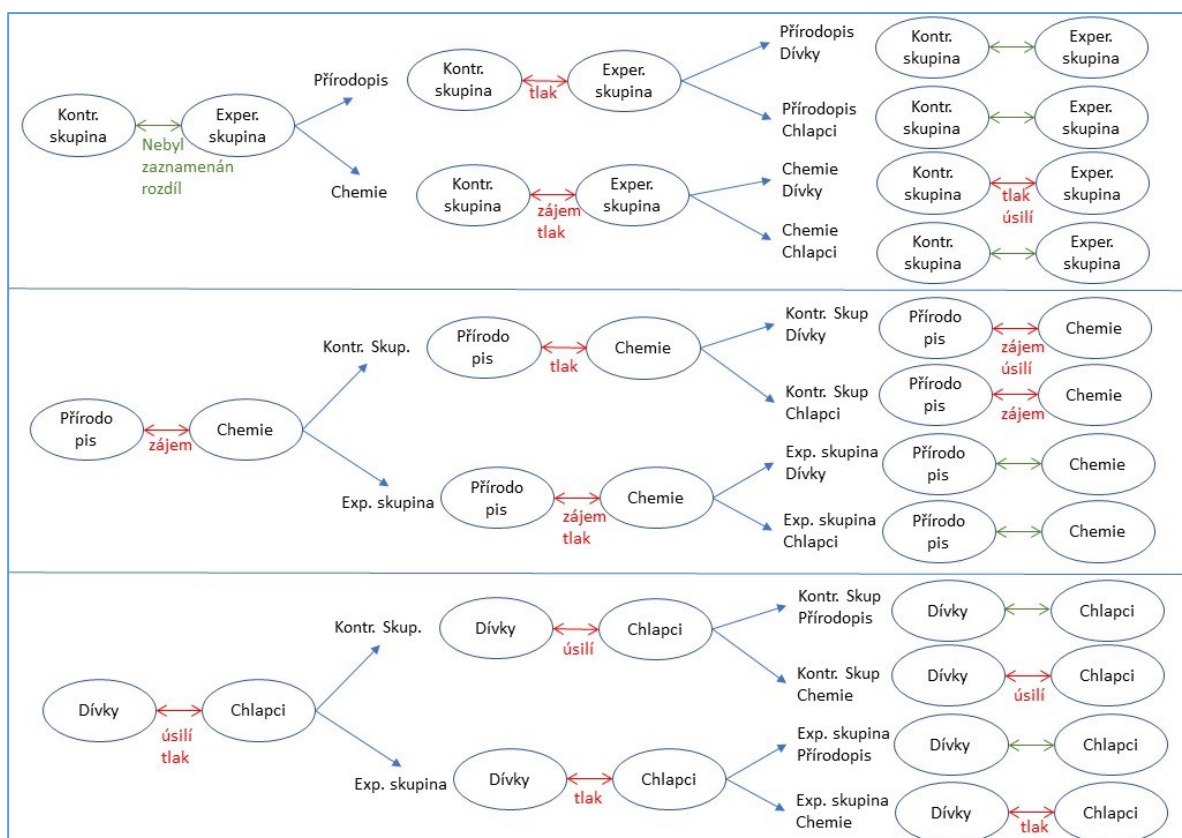
- v předmětu chemie se projevil slabý až středně silný vliv typu výuky na zájem žáka (žáci v tradiční výuce projevovali vyšší zájem o laboratorní činnost než ve výuce experimentální);
- v předmětu chemie se u dívek projevil slabý až středně silný vliv na pociťování tlaku v průběhu výuky (dívky v tradiční výuce se cítily více uvolněné než ve výuce experimentální);
- v předmětu chemie se u dívek projevil středně silný efekt na ochotu vkládat úsilí (dívky byly v tradiční výuce více ochotny vkládat úsilí do průběhu výuky než ve výuce badatelské);
- v předmětu přírodopis se taktéž projevil slabý až středně silný vliv na pociťování tlaku v průběhu výuky, ale s protichůdným výsledkem (žáci se v tradiční výuce cítili naopak méně uvolnění než ve výuce badatelské).

Z výsledků je patrné, že bylo velmi důležité, zda se jednalo o předmět chemie či přírodopis a též, zda se jednalo o chlapce či dívky. Proto se další analýza zaměřila na rozdíly mezi předměty a též na rozdíly mezi dívkami a chlapci (z počátku bez ohledu na to, zda se jednalo o kontrolní či experimentální výuku). Středně silný rozdíl byl zaznamenán mezi předměty u škály zájem. Následně se rozdíly zkoumaly zvlášť v kontrolní a zvlášť v experimentální skupině, skupiny byly dále rozděleny zvlášť na dívky a zvlášť na chlapce, čímž byly rozdíly upřesňovány:

- žáci kontrolní skupiny vnímali laboratorní činnost zajímavější v předmětu chemie než v předmětu přírodopis;

- dívky kontrolní skupiny byly více ochotné vkládat úsilí do průběhu výuky v předmětu chemie než v předmětu přírodopis;
- žáci experimentální skupiny byli méně uvolnění (cítili se být více pod tlakem) v předmětu chemie než v předmětu přírodopis;
- v předmětu chemie v kontrolní skupině byly dívky mnohem ochotnější vkládat úsilí do průběhu výuky než chlapci;
- v předmětu chemie v experimentální skupině se dívky cítily být mnohem více pod tlakem než chlapci;
- ani jeden ze zkoumaných faktorů neměl vliv na pocitování významu/hodnoty probírané látky.

Všechny nalezené rozdíly jsou pro větší názornost a přehlednost schematicky znázorněny na obrázku 29.



Obr. 29: Schematické znázornění nalezených statisticky významných rozdílů v závislosti na zkoumaném faktoru: horní část obrázku – typ výuky, uprostřed – vyučovaný předmět, dolní část obrázku – pohlaví žáka. Statisticky významné rozdíly jsou znázorněny červeně.

Výše uvedené výsledky ve vztahu k vnitřní motivaci žáků lze sumarizovat do dvou bodů:

- ✓ V předmětu chemie začlenění badatelských úloh pro nasměrovanou/otevřenou úroveň bádání snižuje zájem žáka o laboratorní činnost, zvyšuje tlak na dívky

v rámci laboratorní činnosti a snižuje ochotu dívek vkládat úsilí do průběhu výuky. To může být způsobeno nezkušeností žáků s tímto typem výuky, což potvrzují i Vácha a Ditrich (2016) či Hattie (2009), kteří ve své studii apelují na nutnost častější aplikace prvků BOV do výuky již u žáků na úrovni ISCED 1. Žáci nebyli zvyklí pracovat samostatně, navrhopvat hypotézy a následně je ověřovat. Byli zvyklí znát postup práce a pokračovat společně s vyučujícím krok po kroku podle instrukcí uvedených v postupu. Neefektivnost výuky s badatelskými prvky dokládají i někteří kritici BOV (Cronbach & Snow, 1977; Klahr & Nigam, 2004; Mayer 2004; Sweller, 2003), kteří poukazují na to, že je zapotřebí, aby žáci měli k dispozici přesný návod a postup práce. Badatelské úlohy mohou žáky vyvést z komfortní zóny, žáci se mohou v postupu ztratit (Brown & Campione, 1994; Kalyuga et al., 2003), čímž se mohou cítit být více pod tlakem. Může to vést k negativnímu postoji žáka k vyučovanému tématu (Brown & Campione, 1994; Kalyuga et al., 2003) a následně nižší ochotě vkládat úsilí do průběhu vyučování. Výsledky z výzkumného šetření to prokázaly u dívek. Tuto skutečnost mohou ovlivňovat vzorce chování typické pro obě pohlaví (Václavíková, Helšusová, & Smetáčková, 2007; Radvanová, 2017). To potvrdily i následné rozhovory, při kterých dívky uvedly, že se necítily dobře, když měly vymýšlet vlastní postup, byly nervózní, aby neudělaly chybu. Z rozhovorů naopak vyplynulo, že chlapci byli rádi, že mohou „experimentovat“ a zkusit nové věci. Lze však předpokládat, že negativní vlivy badatelské výuky budou s častějším začleňováním badatelských úloh do výuky eliminovány, což potvrdily i výsledky realizovaného šetření. Žáci pociťovali ve druhém časovém úseku větší zájem o probírané učivo, cítili se být méně pod tlakem a zároveň pociťovali větší hodnotu probírané látky. V tom došlo ke shodě se závěry některých autorů (Kanter & Konstantopoulos, 2010; Vácha & Ditrich, 2016). Ukázalo se, že je zapotřebí na nasměrovaný/otevřený typ bádání vyčlenit mnohem více času než na úlohy s předem daným postupem (Kleve, 2007; Petr, 2014b). Proto se postupovalo dle předem daných pokynů uvedených ve zdroji badatelských úloh.

- ✓ **V předmětu přírodopis byly výsledky u škály tlak pozitivní.** Žáci experimentální skupiny se cítili být více uvolnění než žáci skupiny kontrolní. Vliv pohlaví nebyl zaznamenán, což je v souladu s výsledky autorů Akcay a Yager (2016). Lze pouze odhadovat, že navržené úlohy v předmětu přírodopis nebyly tak náročné na vlastní badatelskou činnost žáků. Dalším možným důvodem je, že, podle výzkumu autorů

Breslyna a McGinnise (2011), nejvhodnější tématické oblasti pro zavádění BOV spadají do oblasti biologie (přírodopisu/přírodovědy) a zeměpisu (vlastivědy).

B) Co se týče vlivu badatelských úloh na úroveň získaných poznatků, byly zjištěny následující informace.

Porovnáním výsledků získaných ihned po realizaci experimentální i kontrolní skupiny bylo zjištěno, že:

- v předmětu chemie žáci kontrolní skupiny dosáhli statisticky signifikantně lepších výsledků než žáci skupiny experimentální (při rozdělení na dívky a chlapce rozdíl nebyl významný);
- v předmětu přírodopis žáci experimentální skupiny naopak dosáhli statisticky signifikantně lepších výsledků než žáci skupiny kontrolní, statisticky signifikantní zlepšení se projevilo jak u dívek, tak u chlapců.

Z porovnání výsledků vyplývá, že BOV u zkoumaného vzorku žáků nemá vliv na úroveň získaných poznatků ihned po realizovaném cvičení v předmětu chemie. Výsledky jsou srovnatelné s výsledky Lechové (2014). V předmětu přírodopis byl nalezen pozitivní vliv, což je ve shodě s výsledky Radvanové (2017), avšak jedná se o odlišné výsledky, než ke kterým ve své práci došel Rokos (2017). Ten prokazatelný vliv BOV na žáky ihned po realizaci laboratorní činnosti v rámci předmětu přírodopis nezaznamenal.

Co se týče posunu (změny) v získaných poznacích s časovým odstupem dvou až tří měsíců, zjistilo se, že:

- pokud byly oba předměty sloučené, došlo u experimentální skupiny ke statisticky signifikantnímu zlepšení, a to především u dívek (rozdíl byl slabý až středně veliký). U kontrolní skupiny došlo naopak k nesignifikantnímu zhoršení;
- v předmětu chemie došlo pouze u experimentální skupiny ke statisticky signifikantnímu zlepšení (rozdíl středně veliký). Bližší analýzou bylo zjištěno, že ke statisticky signifikantnímu zlepšení v experimentální skupině dochází jak u chlapců, tak u dívek. U kontrolní skupiny došlo opět k nesignifikantnímu zhoršení;
- v předmětu přírodopis došlo u experimentální skupiny také ke zlepšení, avšak rozdíly byly malé a nebyly statisticky signifikantní (jsou-li dívky a chlapci dohromady). Nicméně bližší analýzou bylo zjištěno, že u dívek

v experimentální skupině dochází ke statisticky signifikantnímu zlepšení. U kontrolní skupiny došlo k zanedbatelnému nesignifikantnímu zhoršení.

Z toho vyplývá, že u zkoumaného vzorku žáků **BOV má veliký pozitivní vliv na trvalejší uchování získaných poznatků v paměti žáka**, což je významné zjištění a nejspíš souvisí s tím, že žáci musí být aktivními, na rozdíl od tradiční výuky, kde žáci pracují podle předem připraveného postupu. Žáci v badatelské výuce si na některé postupy přicházejí sami, což může mít vliv na dlouhodobější uchování získaných poznatků v jejich paměti. Výsledky potvrdily závěry, k nimž dospěli i jiní autoři porovnávající efektivitu BOV s „tradiční výukou“ (např. Blanchard et al., 2010; Furtak & Alonzo, 2010; Chang & Mao, 1999; Lechová, 2014; Minner et al., 2010). Lechová (2014) však tuto skutečnost potvrdila ve výuce tématu přírodní látky (bílkoviny a sacharidy) na vyšším gymnáziu. Žákům zadávala totožné testy s odstupem tří měsíců. Ukázalo se také, že BOV je vhodná metoda ve vztahu k nárůstu vědomostí jak pro dívky, tak pro chlapce, což potvrzují i závěry studie autorů Akcay a Yager (2016).

Realizované druhé výzkumné šetření má taktéž své limity. Do výzkumu byly zahrnuty pouze dvě třídy z jedné základní školy, jednalo se tedy o případovou studii popisující situaci na jedné konkrétní základní škole. Výsledky proto nelze zobecnit na celou populaci osmých ročníků základních škol v České republice (tedy ani na jiné ročníky základních či dokonce středních škol). Nicméně data byla sbírána opakovaně v časovém období září 2019 až březen 2020. Byl tedy získán dostatečný počet dotazníků a didaktických testů, aby bylo možné provést statistické testy, jejichž výsledky lze však zobecnit pouze na třídy, ve kterých byl výzkum realizován.

6 Závěr

Disertační práce zkoumala vliv badatelsky orientované výuky na žáky na úrovni ISCED 2. Práce byla rozdělena na část teoretickou a část výzkumnou.

Teoretická část vychází z důležitosti rozvíjení klíčových kompetencí ve vzdělávání. Důraz na rozvoj klíčových kompetencí je patrný v kurikulárních dokumentech. BOV je nastíněna jako jeden z možných způsobů, jak klíčové kompetence u žáků rozvíjet, což podporuje i analýza RVP ZV uvedená v teoretické části. Změnu přístupu ve vzdělávání související se zapojením BOV navrhuje i někteří autoři ve vztahu k posledním výsledkům z mezinárodních šetření PISA a TIMSS. Stěžejní část teoretické části je věnována právě badatelsky orientované výuce. Vysvětluje základní pojmy, jednotlivé úrovně, učební cykly 5Z a 7Z a porovnání BOV s tradiční výukou. Následně představuje projekty, které si v posledních letech kladly za cíl propagovat BOV s cílem zvýšit zájem žáků a studentů o přírodovědné předměty. Teoretická část také shrnuje výsledky doposud zveřejněných zahraničních i českých výzkumů, které zjišťovaly vliv BOV na žáky. Teoretická část se také zabývá vymezením základních pojmů, jako jsou (klíčové) kompetence, aktivizace, aktivizační metody, BOV, efektivita a efektivnost vzdělávacího procesu, kvalita výuky a motivace. Vzhledem k tomu, že se výzkumná část práce opírá o výsledky kvantitativního výzkumu, jsou v teoretické části stručně shrnuty použité statistické metody a také jsou zde vysvětleny pojmy statistická a věcná významnost.

Ve výzkumné části byly navrženy dva na sebe navazující pedagogické výzkumy.

První výzkum proběhl ve školním roce 2018/2019 a byl zaměřen na tvorbu a následnou implementaci jedné badatelsky orientované úlohy, která byla zaměřena na elektrolýzu vodných roztoků solí. Úloha byla vyzkoušena ve školní praxi ve dvou třídách na dvou typech škol: v devátém ročníku na základní škole ($N = 15$) a v tercií na osmiletém gymnáziu ($N = 27$) v rámci předmětu chemie. Bylo zjištěno, že žáci gymnázia hodnotí úlohu statisticky signifikantně lépe než jejich vrstevníci, kteří navštěvují základní školu ve vztahu ke dvěma sledovaným škálám: uvědomění si svých schopností (žákův pocit, že probíranému tématu rozumí, vede si dobře) a hodnota/užitečnost (žák vnímá hodnotu probírané látky). Druhý pedagogický výzkum si kladl za cíl zjistit, jaký vliv má implementace nasměrované/otevřené úrovně BOV do školního vzdělávání na vnitřní

motivaci žáků a na úroveň získaných poznatků ve srovnání s tradičně vedenou laboratorní výukou. Výzkum byl zaměřen na vnitřní motivaci žáků (konkrétně na škály: zájem, vkládané úsilí, tlak a hodnota probírané látky) a též na úroveň získaných poznatků. Druhý pedagogický výzkum proběhl ve školním roce 2019/2020 a zúčastnilo se ho celkem 61 žáků. Celkově bylo analyzováno 384 validních dotazníků a 1163 didaktických testů.

Výsledky statistického zpracování našly odpovědi na hlavní výzkumné otázky stanovené v disertační práci.

Při hledání odpovědi na první výzkumnou otázku (*Jaký vliv má implementace badatelsky orientované výuky do školního vzdělávání na vnitřní motivaci žáků ve srovnání s tradičně vedenou laboratorní výukou*) bylo zjištěno, že začlenění badatelských úloh do výuky na testovaném vzorku žáků v porovnání s tradičně vedenou laboratorní výukou v předmětu chemie snižuje zájem žáka o laboratorní činnost ($p = 0,027$; $d = 0,36$). Zároveň zvyšuje tlak na dívky v rámci laboratorní činnosti ($p = 0,047$; $d = 0,44$) a snižuje ochotu dívek vkládat úsilí do průběhu výuky ($p = 0,032$; $d = 0,47$). Na druhou stranu v předmětu přírodopis má začlenění badatelských úloh do výuky pozitivní vliv na pocitování tlaku ($p = 0,043$; $d = 0,39$).

Při hledání odpovědi na druhou výzkumnou otázku (*Jaký vliv má implementace badatelsky orientované výuky do školního vzdělávání na úroveň získaných poznatků ve srovnání s tradičně vedenou laboratorní výukou?*) bylo zjištěno, že začlenění badatelských úloh do výuky na testovaném vzorku žáků ve srovnání s tradiční laboratorní výukou má pozitivní vliv na dlouhodobější uchování nabytých znalostí (resp. též dovedností). S časovým odstupem 2 až 3 měsíců od realizace laboratorní činnosti v předmětu přírodopis žáci experimentální skupiny dosáhli statisticky lepších výsledků z didaktických testů než jejich vrstevníci z kontrolní skupiny ($p = 0,000$; $d = 0,67$). V předmětu chemie nedošlo k tak výrazným rozdílům ve srovnání žáků experimentální skupiny se žáky kontrolní skupiny, avšak pouze u žáků experimentální skupiny bylo zaznamenáno statisticky významné zlepšení v didaktických testech jak ihned po absolvování laboratorního cvičení, tak i následně s časovým odstupem 2 až 3 měsíců ($p = 0,001$; $d = 0,47$).

Přestože získané výsledky nejsou zobecnitelné na celou populaci žáků osmých ročníků druhého stupně základních škol, lze vysledovat některé trendy popsané v literatuře: především pozitivní vliv BOV na dlouhodobější uchování poznatků (Lechová, 2014) a na náročnost při realizaci jak ze strany vyučujícího (především časová investice), tak

ze strany žáků (nezkušenost s vyššími stupni bádání) (Kleve, 2007; Petr, 2014b; Ješková, Lukáč, Šnajder, Guniš, Balogová, & Kireš, 2016; Radvanová et al., 2018). Bylo by vhodné provést longitudinální studii, která by zkoumala vliv vyšších stupňů bádání na vnitřní motivaci žáků v průběhu několika let.

7 Použitá literatura

1. Akcay, H. & Yager, R. E. (2016). Students Learning to Use the Skills Used by Practicing Scientists. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(3), 513-525. doi:10.12973/eurasia.2015.1395a
2. Andersen, Ch. H. (1999). *Malá mořská víla*. Praha, Česko: Aventinum.
3. Anderson, R., D. (1999). *Inquiry in the everyday world of schools. Focus: a magazine for classroom innovators (special issue)*, 6(2), 16-17. doi:10.12691/education-2-12B-14
4. Anderson, L., W. & Krathwohl, D. R. (2001). *a Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing*. Addison Wesley Longman, Inc.
5. Andre, T., Whigham, M., Hendrickson, A., & Chambers, S. (1999). Competency beliefs, positive affect, and gender stereotypes of elementary students and their parents about science versus other school subjects. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(6), 719-747. doi:10.1002/(SICI)1098-2736(199908)36:6<719::AID-TEA8>3.0.CO;2-R
6. Apedoe, X. S. & Reeves, T. C. (2006). Inquiry-based learning and digital libraries in undergraduate science education. *Journal of Science Education and Technology*, 15(5), 321-330. Dostupné z: <https://www.learntechlib.org/p/76345/>
7. Areepattamannil, S. (2012). Effects of Inquiry-Based Science Instruction on Science Achievement and Interest in Science: Evidence from Qatar. *The Journal of Educational Research*, 105(2), 134-146. doi:10.1080 / 00220671.2010
8. 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: An International Journal*, 14(2), 233-259. doi:10.1007/s11218-010-9144-9
9. Auld, E., Rapple, J., & Morris, P. (2019). PISA for Development: how the OECD and World Bank shaped education governance post-2015. *Comparative Education*, 55(2), 197-219. doi:10.1080/03050068.2018.1538635
10. Bailey, J., Phillips, K., Schneider, C., Sturgis, Ch., & Ark, T., V. (2013). The Shift From Cohorts to Competency, Digital Learning Now. *Foundation for Excellence in Education*. [vid. 2020-07-02]. Dostupné z: <https://www.gettingsmart.com/wp-content/uploads/2013/01/CB-Paper-Final.pdf>
11. Bangert-Drowns, Robert L., & Bankert, E. (1990). *Meta-Analysis of Effects of Explicit Instruction for Critical Thinking*. Dostupné z: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED328614.pdf>
12. Banchi, H. & Bell, R. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29. Dostupné z: <http://www.gstboecs.org/stem/docs/2019STEMArticle-Many-Levels-of-Inquiry.pdf>

13. Bassis, H. (1991). *Všichni na jedničku! = GFEN (Groupe français d'éducation nouvelle = Francouzská skupina nové výchovy): alternativní didaktické postupy*. Praha, Česko: Karolinum.
14. Bell, R., B. (2004). Perusing Pandora's box: Exploring the what, when, and how of nature of science instruction. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Science inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education* (s. 427-446). Dordrecht, Nizozemí: Kluwer Academic Publisher.
15. Belz, H. & Siegrist, M. (2001). *Klíčové kompetence a jejich rozvíjení: východiska, metody, cvičení a hry*. Praha, Česko: Portál.
16. Beneš, P., Pumpr, V., & Banýr J. (1993a). *Základy chemie 1*. Praha, Česko: Fortuna.
17. Beneš, P., Pumpr, V., & Banýr J. (1993b). *Základy chemie 2*. Praha, Česko: Fortuna.
18. Beneš, P., Pumpr, V., & Banýr J. (2000). *Základy praktické chemie 2*. Praha, Česko: Fortuna.
19. Beneš, P., Pumpr, V., & Báča, L. (1995). *Minimum chemie v 333 testových úlohách*. Praha, Česko: Kvarta.
20. Benitez, M., Davidson, J., & Flaxman, L. (2011). *Small Schools, Big Ideas: The Essential Guide to Successful School Transformation*. Hoboken, New Jersey: Wiley online library. doi:10.1002/9781118269374. [vid. 2020-06-07]. doi:10.1002/9781118269374
21. Berg, C. A. R., Bergendahl, V. C. B., Lundberg, B. K. S., & Tibell, L. (2003). Benefiting from an open-ended experiment? a comparison of attitudes to, and outcomes of, an expository versus an open-inquiry version of the same experiment. *International Journal of Science Education*, 25(3), 351-372. doi:10.1080/09500690210145738
22. Blanchard, M., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A., & Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability?: a quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577-616. doi:10.1002/sce.20390
23. Blaško, M. (2010). *Úvod do modernej didaktiky I. (Systém tvorivo-humanistickej výučby)*. Dostupné z: <http://web.tuke.sk/kip/main.php?om=1300&res=low&menu=1310> 19.
24. Blažek, R. & Příhodová, S. (2016). *Mezinárodní šetření PISA 2015: národní zpráva: přírodovědná gramotnost*. Praha, Česko: Česká školní inspekce. Dostupné z: https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el._publikace/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD%20%C5%A1et%C5%99en%C3%AD/NZ_PISA_2015.pdf

25. Blažek, R., Janotová, Z., Potužníková, E., & Basl, J. (2019). *Mezinárodní šetření PISA 2018 Národní zpráva*. Praha, Česko: Česká školní inspekce. Dostupné z: https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el._publikace/Mezin%3%a1rodn%3%ad%20%20c5%a1et%20%20c5%99en%3%ad/PISA_2018_narodni_zprava.pdf
26. Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives. The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain. Reprinted 1968*. New York, USA: David McKay Company, Inc.
27. Bloom, B. S. (1973). Individual differences in school achievement: a vanishing point? In L. J. Rubin (Ed.), *Facts and feelings in the classroom*. New York, USA: Walker and Company.
28. Bloom, B. S. (1976). *Human characteristics and school learning*. New York, USA: McGraw-Hill.
29. Borphy, J., E. (2010). *Motivating students to learn*. New York, USA: Routledge.
30. Brzezina, M. (2010). Podpora technických a přírodovědných oborů. In M. Papáček (Ed.), *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování* (s. 4-10). České Budějovice, Česko: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Dostupné z: <https://www.pf.jcu.cz/structure/departments/kbi/wp-content/uploads/2018/11/DiBi2010.pdf>
31. Bredderman, T. (1983). Effects of activity-based elementary science on student outcomes: a quantitative synthesis. *Review of Educational Research*, 53(4), 499-518. doi:10.2307/1170219
32. Breslyn, W. & McGinnis, J. R. (2011). a comparison of exemplary biology, chemistry, earth science, and physics teachers' conceptions and enactment of inquiry. *Science Education*, 96, 48-77. doi:10.1002/sce.20469
33. Bristow, S. F. & Patrick, S. (2014). An International Study in Competency Education: Postcards from Abroad. a *Competency Works Issue Brief, International Association for K-12 Online Learning (iNACOL)*. [vid. 2020-06-20]. Dostupné z: <https://aurora-institute.org/wp-content/uploads/CW-An-International-Study-in-Competency-Education-Postcards-from-Abroad-October-2014.pdf>
34. Brown, A. L. & Campione, J. C. (1994). Guided discovery in a community of learners. In K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice*. Cambridge, MA: MIT Press/Bradford Books.
35. Buck, B., L., Bretz, L., S., & Towns H., M. (2008, September/October). Characterizing the Level of Inquiry in the Undergraduate Laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 38(1), 52-58. [vid. 2020-07-02]. Dostupné z: <https://www.chem.purdue.edu/towns/Towns%20Publications/Bruck%20Bretz%20Towns%202008.pdf>
36. Bunterm, T., Lee, K., Ng, J., Kong, L., Srikoon, S., Vangpoomyai, P. ... Rachahoon, G. (2014). Do different levels of inquiry lead to different learning outcomes? a comparison between guided and structured inquiry. *International*

Journal of Science Education, 36(12), 1937-1959.
doi:10.1080/09500693.2014.886347

37. Bybee, R. W. (2004). Scientific inquiry and science teaching. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Science inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education* (s. 1-14). Dordrecht, Nizozemí: Kluwer Academic Publisher. doi:10.1007/s11191-010-9274-7
38. Byčkovský, P. (1982). *Základy měření výsledků výuky. Tvorba didaktického testu*. Praha, Česko: ČVUT.
39. Byčkovský, P. & Kotásek, J. (2004). Nová teorie klasifikování kognitivních cílů ve vzdělávání: revize Bloomovy taxonomie. *Pedagogika*, 54(3), 227-242. Dostupné z:
file:///C:/Users/chemie/Downloads/Pedag_2004_3_05_Nova_227_242.pdf
40. Cairns, D., & Arepattamannil, S. (2019). Exploring the Relations of Inquiry-Based Teaching to Science Achievement and Dispositions in 54 Countries. *Research in Science Education*, 49(1), 1-23. doi:10.1007/s11165-017-9639-x
41. Carpineti, M. (2015). *Jak používání záhad podporuje učení přírodních věd - výuka způsobem TEMI*. Praha, Česko: TEMI
42. Cetin-Dindar, A. (2016). Student Motivation in Constructivist Learning Environment. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(2), 233-247. doi:10.12973/eurasia.2016.1399a
43. Cobern, W. W., Schuster, D., Adams, B., Applegate, B., Skjold, B., Undreiu, A. ... Gobert, J. D. (2010). Experimental comparison of inquiry and direct instruction in science. *Research in Science & Technological Education*, 28(1), 81-96. doi:10.1080/02635140903513599
44. Cordis.europa.eu: ASSIST-ME. (2018). *Assess Inquiry in Science, Technology and Mathematics Education*. [vid. 2020-06-08]. Dostupné z:
<https://cordis.europa.eu/project/id/321428/reporting>
45. Cordis.europa.eu: FASMED. (2017). *Improving progress for lower achievers through Formative Assessment in Science and Mathematics Education*. [vid. 2020-06-06]. Dostupné z: <https://cordis.europa.eu/project/id/612337/reporting>
46. Cordis.europa.eu: FIBONACCI. (2014). *Large scale dissemination of inquiry based science and mathematics education*. [vid. 2020-06-06]. Dostupné z:
<https://cordis.europa.eu/project/id/244684/reporting>
47. Cordis.europa.eu: CHREACT. (2017). *Chain Reaction: a Sustainable Approach to Inquiry Based Science Education*. [vid. 2020-06-08]. Dostupné z:
<https://cordis.europa.eu/project/id/321278/reporting>
48. Cordis.europa.eu: INQUIRE. (2019). *INQUIRE- inquiry-based teacher training for a sustainable future*. [vid. 2020-06-06]. Dostupné z:
<https://cordis.europa.eu/project/id/266616>

49. Cordis.europa.eu: MASCIL. (2017). *Mathematics and science for life*. [vid. 2020-06-08]. Dostupné z: <https://cordis.europa.eu/article/id/174991-inquirybased-learning-science-and-maths-learning-connected-to-the-world-of-work>
50. Cordis.europa.eu: Mind the Gap. (2019). *Learning, Teaching, Research and Policy in Inquiry-Based Science Education*. [vid. 2020-06-06]. Dostupné z: <https://cordis.europa.eu/project/id/217725>
51. Cordis.europa.eu: PARRISE. (2016). *Promoting Attainment of Responsible Research and Innovation in Science Education*. [vid. 2020-06-08]. Dostupné z: <https://cordis.europa.eu/project/id/289085/reporting/it>
52. Cordis.europa.eu: PATHWAY. (2019). *The Pathway to Inquiry Based Science Teaching*. [vid. 2020-06-06]. Dostupné z: <https://cordis.europa.eu/project/id/266624>
53. Cordis.europa.eu: POLLEN. (2010). *Seed cities for science, a community approach for a sustainable growth of science education in Europe*. [vid. 2020-06-08]. Dostupné z: <https://cordis.europa.eu/project/id/518399>
54. Cordis.europa.eu: PRI-SCI-NET. (2016). *Networking Primary Science Educators as a means to provide training and professional development in Inquiry Based Teaching*. [vid. 2020-06-06]. Dostupné z: <https://cordis.europa.eu/project/id/266647/reporting>
55. Cordis.europa.eu: SAILS. (2016). *Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science*. [vid. 2020-06-06]. Dostupné z: <https://cordis.europa.eu/project/id/289085/reporting>
56. Cordis.europa.eu: S-TEAM. (2019). *Science Teacher Education Advanced Methods*. [vid. 2020-06-06]. Dostupné z: <https://cordis.europa.eu/project/id/234870>
57. Cordis.europa.eu: TEMI. (2019). *Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated*. [vid. 2020-05-12]. Dostupné z: <https://cordis.europa.eu/project/id/321403>
58. Correa, H. (1995). The Microeconomic Theory of Education. *International Journal of Educational Research*, 23(5), 405-472. doi:10.1016/0883-0355(95)00014-3
59. Cronbach, L. J. & Snow, R. E. (1977). *Aptitudes and instructional methods: a handbook for research on interactions*. New York, USA: Irvington.
60. Čapek, R. (2010). *Třídní klima a školní klima*. Praha, Česko: Grada.
61. Červená, V. (1978). *Slovník spisovné češtiny pro školu a veřejnost*. Praha, Česko: Academia.
62. Činčera, J. (2014). Význam nezávislých expertních center pro šíření badatelsky orientované výuky v České republice. *Scientia in Education*, 5(1), 74-81. doi:10.14712/18047106.88

63. ČSÚ. (2014). Metodika -Mezinárodní klasifikace vzdělání ISCED 97. *Český statistický úřad: klasifikace, číselníky*. [vid. 2020-07-06]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/metodika_mezinarodni_klasifikace_vzdelani_isced_97
64. ČŠI. (2018). *Mezinárodní šetření PISA 2018*. [vid. 2020-06-12]. Praha, Česko: Česká školní inspekce. Dostupné z: https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el._publikace/Mezin%a1rodn%c3%ad%20%c5%a1et%c5%99en%c3%ad/PISA_2018_narodni_zprava.pdf
65. ČŠI, (2019, únor). *Rozvoj čtenářské gramotnosti na základních a středních školách ve školním roce 2017/2018*. [vid. 2020-06-06]. Praha, Česko: Česká školní inspekce. Dostupné z: <https://www.csicr.cz/cz/Dokumenty/Tematicke-zpravy/Tematicka-zprava-Rozvoj-ctenarske-gramotnosti-na-Z>
66. Čtrnáctová, H. & Mokrejšová, O. (2013). *Tvorba metodických materiálů pro střední školy*. Praha, Česko: Conatex s.r.o.
67. Čtrnáctová, H., Teplá, M., & Čtrnáctová, L. (2015). Badatelská výuka chemie se zahrnutím záhad. In H. Cídllová (Ed.), *Didaktika chemie a její kontexty* (s. 15-21). Brno, Česko: Masarykova Univerzita. Dostupné z: <file:///C:/Users/chemie/Downloads/780-15-408-1-10-20151022.pdf>
68. Dewey, J. (1966). *Democracy and Education: An Introduction to the Philosophy of Education*. New York, USA: Free Press.
69. Dimock, M. (2019, 17. leden). Defining generations: Where Millennials end and Generation Z begins. *Pew Research Center*. [vid. 2020-06-04] Dostupné z: <https://www.pewresearch.org/fact-tank/2019/01/17/where-millennials-end-and-generation-z-begins/>
70. Dostál, J. (2014). The essence of pupil's exploring relating emotional level, in other words, what are the pupils experiencing during use of inquirybased instruction? In: *World Congress on Education*. Londýn, Anglie: Infonomics Society.
71. Dostál, J. (2015a): *Badatelsky orientovaná výuka: kompetence učitelů k její realizaci v technických a přírodovědných předmětech na základních školách*. Olomouc, Česko: Univerzita Palackého v Olomouci.
72. Dostál, J. (2015b): *Badatelsky orientovaná výuka: pojetí, podstata, význam a přínosy*. Olomouc, Česko: Univerzita Palackého v Olomouci.
73. Duncan, R. G., Pilitsis, V., & Pieguro, M. (2010). Development of Preservice Teachers' Ability to Critique and Adapt Inquiry-based Instructional Materials. *Journal of Science Teacher Education*, 21(1), 1-14. doi:10.1007/s10972-009-9153-8
74. Eastwell, P. (2009). Inquiry learning: Elements of confusion and frustration. *The American Biology Teacher*, 71(5), 263-264. doi:10.2307/27669426

75. Ebenezer, J. & Puvirajah, A. (2005). WebCT dialogues on particie theory of matter: presumptive reasoning schemes. *Educational Research and Evaluation*, 11(6), 561-589. doi:10.1080/13803610500264807
76. Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model. *The Science Teacher*, 70(6), 56-59. Dostupné z: <https://eric.ed.gov/?id=EJ677483>
77. European Commission. (2010). *European Science and Technology in Action: Building Links with Industry, Schools and Home*. [vid. 2020-06-06]. Dostupné z: <http://www.establish-fp7.eu/home.html>
78. Evropská komise. (2012). Sdělení Komise Evropskému parlamentu, Radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů. Přehodnocení vzdělávání: investice do dovedností pro dosažení lepších socioekonomických výsledků. *EUR-Lex: Access to European Union law*. Štrasburg, Francie: European Union. [vid. 2020-06-15]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:52012DC0669&from=CS>
79. Evropská komise. (2016a). Monitor vzdělávání a odborné přípravy 2016. Česká republika. *Pedagogicke info*. [vid. 2020-06-15]. Dostupné z: <http://www.pedagogicke.info/2017/01/monitor-vzdelavani-odborne-pripravy-2016.html>
80. Evropská komise. (2016b). Sdělení Komise Evropskému parlamentu, Radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů. Nová agenda dovedností pro Evropu. *EUR-Lex: Access to European Union law*. Štrasburg, Francie: European Union. [vid. 2020-06-21]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016DC0381&from=CS>
81. Evropská komise. (2017). Diskuzní dokument o využití potenciálu globalizace. *Publications office of the European Union*. Brusel, Belgie: European Union. [vid. 2020-06-15]. doi:10.2775/27765
82. Fazio, X., Melville, W., & Bartley, A. (2010). The Problematic Nature of the Practicum: a Key Determinant of Pre-service Teachers' Emerging Inquiry-Based Science Practices. *Journal of Science Teacher Education*, 21(6), 665-681. doi:10.1007/s10972-010-9209-9
83. Fontana, D. (1997). *Psychologie ve školní praxi*. Praha, Česko: Portál.
84. Fontana, D. (2003). *Psychologie ve školní praxi*. Praha, Česko: Portál.
85. Fučík, P. & Kuchař, V. (2012). *Evaluae pilotního projektu: Vzdělávání učitelů přírodopisu a biologie s tematikou badatelsky orientovaného vyučování*. Praha, Česko: MŠMT.

86. Furtak, E. M. & Alonzo, A. C. (2010). Úloha obsahu v lekcích elementárních věd založených na dotazech: Analýza víry a uznání učitele. *Res Sci Educ*, 40, 425-449. doi:10.1007/s11165-009-9128-y
87. Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: a meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329. doi:10.3102/0034654312457206
88. Ganajová, M. & Sotáková, I. (2018). Ako naplňat požiadavky pre výučbu chémie v 21. storočí. *Chemické listy*, 112, 43-51. Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/2966/2951>
89. Gavora, P. (2000). *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno, Česko: Paido.
90. Gee, K. A. & Wong, K. K. (2012). Mezinárodní šetření a jeho vztah k výkonu studentů ve vědě: Důkazy z Programu pro mezinárodní hodnocení studentů (PISA) 2006. *International Journal of Educational Research*, 53, 303-318. doi:10,016/j.ijer.2012.04.004
91. George, D. & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: a simple guide and reference*. 11.0 update (4th ed.). Boston: Allyn& Bacon.
92. Giest, H. (2014). Gute Aufgaben: wie Aufgaben zu „guten“ Leraufgaben werden. *Grundschulunterricht Sachunterricht*, 61(4), 4-8.
93. Hartl P. & Hartlová H. (2000). *Psychologický slovník*. Praha, Česko: Portál.
94. Hartl, P. & Hartlová, H. (2010). *Velký psychologický slovník*. Praha, Česko: Portál.
95. Hattie, J. (2009). *Visible learning: a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Londýn, Anglie: Routledge.
96. Havlíčková, D. & Žárská, K. (2012). *Kompetence v neformálním vzdělávání*. Praha, Česko: MŠMT.
97. Hayes, N. (2003). *Aplikovaná psychologie*. Praha, Česko: Portál.
98. Hendl, J. (2004). *Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat*. Praha, Česko: Portál.
99. Hodson, D. (2007). What is scientific literacy and why do we need it? In A. Singh, I. Baksh, G. Hache, J. Oldford & A. Chislett (Eds.), *Multiple Perspectives on Education and Society in Newfoundland and Labrador* (s. 4-9). Newfoundland and Labrador, Kanada: Memorial University. [vid. 2020-06-19]. Dostupné z: <http://www.mun.ca/educ/faculty/mwatch/Multiple%20Perspectives%202007.pdf%20revised.pdf>
100. Hrmo, R. & Turek, I. (2003). *Klíčové kompetencie*. Slovensko, Bratislava: STU.

101. Chall, J. S. (2000). *The academic achievement challenge*. New York, USA: Guilford.
102. Chang, C. Y. & Mao, S. L. (1999). Comparison of Taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction. *Journal of Educational Research*, 92(6), 340-346. doi:10.1080/00220679909597617
103. Chatterjee, S., Williamson, V. M., McCann, K. & Peck, M. L. (2009). Surveying students' attitudes and perceptions toward guided-inquiry and open-inquiry laboratories. *Journal of Chemical Education*, 86(12), 1427-1432. doi:10.1021/ed086p1427
104. Chráska, M. (1999). *Didaktické testy*. Brno, Česko: Paido.
105. Chráska, M. (2007). *Metody pedagogického výzkumu*. Praha, Česko: Grada.
106. IBM Corporation (2017). *IBM SPSS Statistics for Windows (verze 25)* [Windows]. Armonk, NY: IBM Corporation.
107. *International Standard Classification of Education (ISCED)*. (2011). [vid. 2020-06-17]. doi:10.15220/978-92-9189-123-8-en. Dostupné z: <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/international-standard-classification-of-education-isced-2011-en.pdf>
108. Irwin, A. R. (2000). Historical case studies: teaching the nature of science in context. *Science Education*, 84(1), 5-26. doi:10.1002/(SICI)1098-237X(200001)
109. James, W. (1919). *Besedy s učitelji po psychologii*. Petrohrad, Rusko: T-vo Mir.
110. Janík, T. (2012). Kvalita výuky: vymezení pojmu a způsobů jeho užívání. *Pedagogika*, 62(3), 244-261. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/304716880_Kvalita_vyuky_Vymezeni_pojmu_a_zpusobu_jeho_uzivani
111. Janík, T., & I. Stuchlíková, I. (2010). Oborové didaktiky na vzestupu: přehled aktuálních vývojových tendencí. *Scientia in educatione*, 1(1), 5-32. Dostupné z: <file:///C:/Users/chemie/Downloads/3-Text%20%C4%8Dl%C3%A1nku-16-1-10-20131026.pdf>
112. Jankovcová, M., Průcha, J., & Koudela, J. (1988). *Aktivizující metody v pedagogické praxi středních škol*. Praha, Česko: SPN.
113. Janoušková, S. & Maršák, J. (2008). Projekt POLLEN. *Metodický portál RVP*. [vid. 2020-08-06]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/2120/PROJEKT-POLLEN.html>
114. Jaus, H. H., (1977). Activity-oriented science: Is it really that good? *Science and Children*, 14(7). 26-27.

115. Jeřábek, O. & Bílek, M. (2010). *Teorie a praxe tvorby didaktických testů*. Olomouc, Česko: Univerzita Palackého v Olomouci. Dostupné z: http://zvyp.upol.cz/publikace/bilek_jerabek.pdf
116. Ješková, Z., Lukáč, S., Šnajder, L., Guniš, J., Balogová, B., & Kireš, M. (2016). Hodnotenie bádateľských zručností žiakov gymnázia. *Scientia in Educatione*, 7(2), 48-70. doi:10.14712/18047106.350
117. Kábrt, J., Kucharský, P., Schams, R., Vránek, Č., Wittichová, D., & Zelinka, V. (2000). *Latinsko/český slovník*. Praha, Česko: Leda.
118. Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). Expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38, 23-31. doi:10.1207/S15326985EP3801_4
119. Kane, E. M. (2013). Urban Student Motivation through Inquiry-Based Learning. *Journal of Studies in Education*, 3(1). 155-168. doi:10.5296/jse.v3i1.3076
120. Kanter, D. E. & Konstantopoulos, S. (2010). The Impact of a Project-Based Science Curriculum on Minority Student Achievement, Attitudes, and Careers: the Effects of Teacher Content and Pedagogical Content Knowledge and Inquiry-Based Practices. *Science education*, 94(5). 855-887. doi:10.1002/sce.20391
121. Kekule, M. & Žák, V. (2001). Zahraniční standardizované nástroje pro zjišťování zpětné vazby z výuky přírodních věd. In T. Janík, P. Knecht & S. Šebestová (Eds.), *Smíšený design v pedagogickém výzkumu* (s. 149-156). Brno, Česko: Masarykova univerzita.
122. Kekule, M., Žák, V., Ješková, Z., Kimáková, K., Ganajová, M., & Kireš, M. (2017). Inquiry Based Science Education and Getting Immediate Students' Feedback about Their Motivation. *Scientia in educatione*, 8, 207-213. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/9523/bebada26b6bdb53ff6139ffbedccf276be6f.pdf>
123. Khishfe, R. & Abd-El-Khalick, F. (2002). The influence of explicit reflective versus inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578. doi:10.1002/tea.10036
124. Kimáková, K. (2016). *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní, časť B. Ukážky vytvorených metodických a pracovných materiálov z predmetu biológia*. Bratislava, Slovensko: ŠPÚ.
125. Kireš M., Ješková Z., Ganajová M., & Kimáková K. (2016). *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní. Časť A.*, Bratislava, Slovensko: Štátny pedagogický ústav [vid. 2020-07-02]. Dostupné z: http://www.statpedu.sk/files/articles/nove_dokumenty/ucebnice-metodikypublikacie/badatel'ske-aktivity/01cast_a_web.pdf
126. Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86. doi:10.1207/s15326985ep4102_1

127. Klahr, D. & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instructions and discovery learning. *Psychological Science*, 15(10), 661-667. doi:10.1111/j.0956-7976.2004.00737.x
128. Kleve, B. (2007). a study of teachers' views on the teaching and learning of mathematics, their intentions and their instructional practice. In Ch. Bergsten, B. Greveholm, H. S. M'asøval & F. Rønning (Eds.), *Relating practice and research in mathematics education. Proceedings of NORMA 05, Fourth nordic conference on mathematics education* (s. 361-373). Trondheim, Norsko: Tapir Academic Press.
129. Kolář, Z., Raudenská, V., Rymešová, J., Šikulová, R., & Vališová, A. (2012). *Výkladový slovník z pedagogiky: 583 vybraných hesel*. Praha, Česko: Grada.
130. Kolmogorov, A. (1933). Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione. *Giornale dell' Istituto Italianodegli Attuari*, (4), 83-91.
131. Koman, M. & Vyšín, J. (1972). *Malý výlet do moderní matematiky*. Praha, Česko: Mladá fronta.
132. Kong, S. Ch. & Song Y. (2014). The Impact of a Principle-based Pedagogical Design on Inquiry-based Learning in a Seamless Learning Environment in Hong Kong. *Educational Technology & Society*, 17(2), 127-141. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/262424317_The_Impact_of_a_Principle-based_Pedagogical_Design_on_Inquiry-based_Learning_in_a_Seamless_Learning_Environment_in_Hong_Kong
133. Kotrba, T. & Lacina, L. (2007). *Praktické využití aktivizačních metod ve výuce*. Brno, Česko: Barrister and Principal.
134. Krajcik, J., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J., & Soloway, E. (1998). Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school students. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4). 313-350. doi:10.1080/10508406.1998.9672057
135. Krejčová, L. (2011). *Psychologické aspekty vzdělání dospívajících*. Praha, Česko: Grada.
136. Kubiátko, M., Švandová, K., Šibor, J. & Škoda, J. (2012). Vnímání chemie žáky druhého stupně základních škol. *Pedagogická orientace*, 22(1), 82-96. doi:10.5817/PedOr2012-1-82
137. Kuřina, F. (1976). *Problémové vyučování v geometrii*. Praha, Česko: SPN
138. 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. doi:10.1002/tea.20339

139. Lederman, N. G., Abell, S., & Akerson, V. (2008). Students' knowledge and skills with inquiry. In E. Abrams, S. A. Southerland & P. Silva (Eds.), *Inquiry in the classroom: Realities and opportunities* (s. 3-38). Greenwich, CT: Information Age Publishing. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/258172801_Inquiry_in_the_Classroom_Realities_and_Opportunities
140. Lechová, P. (2014). *Prirodné látky v projektovom vyučovaní*. (Disertační práce). Univerzita Karlova. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/98587/>
141. Leonard, W. H., Speziale, B. J., & Penick, J. E. (2001). Performance Assessment of a Standards Based High School Biology Curriculum. *The American Biology Teacher*, 63(5), 310-315.
142. Lepper, M., R. (1988). Motivational considerations in the study of instruction. *Cognition and instruction*, 5(4), 289-309. doi:10.1207/s1532690xci0504_3
143. Levine, D. U. & Lezotte, L. W. (1990). *Unusually effective schools: a review and analysis of research and practice*. Madison, WI: The National Center for Effective Schools Research and Development.
144. Libich, J. (2014, 11. červenec) Česká pozice. *Zabijí škola touhu po vzdělání?* Dostupné z: http://ceskapozice.lidovky.cz/zabiji-skola-touhu-po-vzdelani-dzrtema.aspx?c=A140808_170423_pozice-tema_lube
145. Linn, M. C., Davis, E. A., & Bell, P. (2004). *Internet environments for science education*. 28, 412. London, Anglie: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
146. Livečka, E. (1984). *Kvalifikační sebevzdělávání pracovníků*. Praha, Česko: SPN.
147. Lokšová, I. & Lokša, J. (1999). *Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole*. Praha, Česko: Portál.
148. Lott, G. W. (1983). The effect of inquiry teaching and advance organizers upon student outcomes in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 437-451. doi:10.1002/tea.3660200507
149. Madden, K. R. (2011). *The use of inquiry-based instruction to increase motivation and academic success in a high school biology classroom*. (Dissertation thesis). Bozeman, USA: Montana State University. Dostupné z: <https://scholarworks.montana.edu/xmlui/bitstream/handle/1/1773/MaddenK0811.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
150. Madsen, K. B. (1979). *Moderní teorie motivace*. Praha, Česko: Academia.
151. Maňák, J. (1995). *Nárys didaktiky*. Brno, Česko: Masarykova univerzita.
152. Maňák, J. (1998). *Rozvoj aktivity, samostatnosti a tvořivosti žáků*. Brno, Česko: Masarykova univerzita.

153. Maňák, J. (2011). *Aktivizující výukové metody*. [vid. 2020-07-08]. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/o/14483/AKTIVIZUJICI-VYUKOVE-METODY.html/>
154. Maňák, J. & Švec, V. (2003). *Výukové metody*. Brno, Česko: Paido.
155. Mann, H. B. & Whitney, D. R. (1947). On a Test of Whether one of Two Random Variables is Stochastically Larger than the Other. *The Annals of Mathematical Statistics*, 18(1), 50-60. doi:10.1214/aoms/1177730491
156. Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59(1), 14-19. doi:10.1037/0003-066X.59.1.14
157. Mayo, G. E. (1949). *Hawthorne and the Western Electric Company: The Social Problems of an Industrial Civilisation*. [vid. 2020-06-15]. Dostupné z: http://www.practicesurvival.com/wa_files/Hawthorne_20Studies_201924_20Elton_20Mayo.pdf
158. McAuley, E., Duncan, T. & Tammen, V. V. (1989). Psychometric properties of the Intrinsic Motivation Inventory in a competitive sport setting: a confirmatory factor analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60(1), 48-58. doi:10.1080/02701367.1989.10607413
159. McConney, A., Oliver, M. C., Woods-McConney, A., Schibeci, R., & Maor, D. (2014). Inquiry, engagement, and literacy in science: a retrospective, cross-national analysis using PISA 2006. *Science Education*, 98(6), 963-980. doi:10.1002/sci.21135
160. McLoughlin, E., Finlayson, E. O., Brady, S., & McCabe, D. (2014). Establish - a model for widespread implementation of inquiry based science education. In *SMEC2014 Thinking Assessment in Science and Mathematics* (s. 29-35). Dublin, Irsko: Dublin City University. Science and Mathematics Education Conference CASTeL. Dostupné z: https://www.dcu.ie/sites/default/files/smec/pdfs/SMEC2014_proceedings-1.pdf#page=36
161. Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction – What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. doi:10.1002/tea.20347
162. Mokrejšová, O. (2008). *Praktická a experimentální výuka v kontextu současného chemického vzdělávání*. (Disertační práce). Univerzita Karlova. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/6696>
163. Moreno, R. (2004). Decreasing cognitive load for novice students: Effects of explanatory versus corrective feedback in discovery-based multimedia. *Instructional Science*, 32(1), 99-113. doi:10.1023/B:TRUC.0000021811.66966.1d
164. Mošna, F. & Rádl, Z. (1996). *Problémové vyučování a učení v odborném školství*. Praha, Česko: Univerzita Karlova.

165. MŠMT. (2006). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání s přílohou upravující vzdělávání žáků s lehkým mentálním postižením*. Praha, Česko: Tauris. [vid. 2020-06-10]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolskareforma/ramcove-vzdelavaci-programy>
166. MŠMT. (2017). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání: (verze platná od 1. 9. 2017) úplné znění upraveného RVP ZV s vyznačenými změnami*. Praha, Česko: MŠMT. [vid. 2020-06-03]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/t/rvp-pro-zakladni-vzdelavani>.
167. National Research Council. (1996). *The national science education standards*. Washington DC, USA: The national academy press. [vid. 2020-07-02]. Dostupné z: www.nap.edu/openbook.php?record_id=4962
168. National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: a guide for teaching and learning*. Washington DC, USA: The National Academies press. [vid. 2020-07-02]. Dostupné z: https://www.bookshop.cz/national-academies-press/inquiry-and-the-national-science-education-standards/?gclid=EAIaIQobChMI7ZuPxdiO6wIViKztCh0dFQdREAYYASABEgKYu_D_BwE
169. Nezvalová, D. (2010). Badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání. In: D. Nezvalová (Ed.), *Inovace v přírodovědném vzdělávání* (s. 55-67). Olomouc, Česko: Univerzita Palackého v Olomouci.
170. Nezvalová, D., Bílek, M., & Hrbáčková, K. (2010). *Inovace v přírodovědném vzdělávání*. Olomouc, Česko: Univerzita Palackého v Olomouci. Dostupné z: <http://zvyp.upol.cz/publikace/nezvalova1.pdf>
171. Nuangchalem, P. & Thammasena, B. (2009). Cognitive development, analytical thinking, and learning satisfaction of second grade students learned through Inquiry-based learning. *Asian Social Science*, 5(10), 82-87. doi:10.5539/ass.v5n10p82
172. Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric Theory* (2. ed.). New York, USA: McGraw-Hill.
173. OECD. (2019). *OECD Work on education & skills*. [vid. 2020-06-16]. Paris, France: Directorate for Education and Skills. Dostupné z: <http://www.oecd.org/education/Directorate-for-education-and-skills-brochure.pdf>
174. Padilla, M. J., Okey, J. R., & Garrand, K. (1984). The effects of instruction on integrated science process skill achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(3), 277-287. doi:10.1002/tea.3660210305
175. Palán, Z. (2002). *Lidské zdroje. Výkladový slovník*. Praha, Česko: Academia.
176. Palmer, D. H. (2009). Student interest generated during an inquiry skills lesson. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 147-165. doi:10.1002/tea.20263

177. Papáček, M. (2010a). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování - cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*, 1(1), 33-50. doi:10.14712/18047106.4.
178. Papáček, M. (2010b). Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. In M. Papáček (Ed.), *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování* (s. 145-162). České Budějovice, Česko: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
179. Pařízek, V. (1988). Vzájemné působení sociálně ekonomického rozvoje a vzdělání. *Nová mysl*, 6, 103-112.
180. Patrick, H., Mantzicopoulos, P., & Samarapungavan, A. (2009). Motivation for Learning Science in Kindergarten: Is There a Gender Gap and Does Integrated Inquiry and Literacy Instruction Make a Difference. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 166-191. doi:10.1002/tea.20276
181. Petr, J. (2010). Biologická olympiáda – inspirace pro badatelsky orientované vyučování přírodopisu a jeho didaktiku. In M. Papáček (Ed.), *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování* (s. 136-144). České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. [vid. 2020-06-05]. Dostupné z: <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf>
182. Petr, J. (2014a). *Možnosti využití úloh z biologické olympiády ve výuce přírodopisu a biologie: inspirace pro badatelsky orientované vyučování*. České Budějovice, Česko: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
183. Petr, J. (2014b). *Škola badatelsky orientované výuky*. [vid. 2020-06-16]. Dostupné z: http://home.pf.jcu.cz/~bov/co_je_bov.php.
184. Petráčková, V. & Kraus, J. (1995). *Akademický slovník cizích slov, 1. díl A-K*. Praha, Česko: Academia.
185. Petriláková, M. & Čtrnáctová, H. (2014). Badatelsky orientovaná výuka se zaměřením na organickou chemii. *Biologie, ekologie, chemie: časopis pro školy*, 18(4), 7-10. Dostupné z: <https://docplayer.cz/659144-Biologia-ekologia-chemia-issn-1338-1024.html>
186. Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). *a Manual for the Use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. Dostupné z: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED338122.pdf>
187. Plamínek, J. (2008). *Sebezpznání, sebeřízení a stres*. Praha, Česko: Grada.
188. Plucková, I. & Šibor, J. (2011). *Úvod do obecné a organické chemie, biochemie a dalších chemických oborů - pracovní sešit*. Brno, Česko: Nová škola.
189. Průcha, J. (1990). Efektivnost vzdělávacího procesu: teorie a měření. *Pedagogika*, 40(1), 11-26. Dostupné z: [file:///C:/Users/chemie/Downloads/Pedag_1990_1_02_Efektivnost_11_26%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/chemie/Downloads/Pedag_1990_1_02_Efektivnost_11_26%20(1).pdf)

190. Průcha, J. (1996). *Pedagogická evaluace*. Brno, Česko: Masarykova univerzita.
191. Průcha, J., Walterová, E., & Mareš, J. (2001). *Pedagogický slovník*. Praha, Česko: Portál.
192. Rada Evropské unie. (2018). Doporučení Rady ze dne 22. května 2018 o klíčových kompetencích pro celoživotní učení. *Úřední věstník Evropské unie*. Brusel, Belgie: Evropská unie. [vid. 2020-06-25]. Dostupné z: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN)
193. Radvanová, S. (2017). *Porovnání efektivity problémově a klasicky vedené výuky u žáků nižšího gymnázia*. (Disertační práce). Univerzita Karlova. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/104878/>
194. Radvanová, S., Čížková, V., & Martinková, P. (2018). Mění se pohled učitelů na badatelsky orientovanou výuku? *Scientia in educatione*, 9(1), 81-103. doi:10.14712/18047106.1054
195. Radvanová, S., Čížková, V., & Martinková, P. (2019). Hodnocení badatelského přístupu v biologii z pohledu učitelů a žáků gymnázií. *Scientia in educatione*, 10(1), 51-67.
196. Rastede, M. (2016). Forschendes Lernen in der Schule wagen: Herausforderungen für Schüler und Lehrer in einem neuen Fach. *Pädagogik*, 68(3), 30-33.
197. Reynolds, D., Sammons, P., Stoll, L., Barber, M., & Hillman, J. (1996). School effectiveness and school improvement in the United Kingdom. *School Effectiveness and School Improvement*, 7(2), 133-58. doi:10.1080/0924345960070203
198. Reynolds-Keefer, L., Johnson, R., Dickenson, T., & McFadden, L. (2009). Validity issues in the use of pictorial likert scales. *Studies in Learning, Evaluation, Innovation and Development*, 6(3), 15-25. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/303609341_VValidity_issues_in_the_use_of_pictorial_Likert_scales
199. Rokos, L. (2017). *Hodnocení badatelsky orientované výuky biologie*. (Disertační práce). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Dostupné z: <https://wstag.jcu.cz/portal/studium/prohlizeni.html>
200. Rudolph, J. L. (2005). Inquiry, Instrumentalism, and the Public Understanding of Science. *Science education*, 89(5), 803-821. doi:10.1002/sce.20071
201. Rusek, M. & Becker, N. (2011). "Projectivity" of Projects and Ways of its Achievement. In M. Rusek (Ed.), *Project-Based Education in Chemistry and Related Fields* (s. 12-23). Praha, Česko: Karlova univerzita. Dostupné z: https://pages.pedf.cuni.cz/kch/files/2012/02/Sbornik_final.pdf#page=9

202. Ryan, R. M. (1982). Control and information in the intrapersonal sphere: An extension of cognitive evaluation theory. *Journal of Personality and Social Psychology*, 43(3), 450-461. doi:10.1037/0022-3514.43.3.450
203. Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), 68-78. doi:10.1037/110003-066X.55.1.68
204. Ryplová, R. & Reháková, J. (2011). Přínos badatelsky orientovaného vyučování (BOV) pro environmentální výchovu: případová studie implementace BOV do výuky ZŠ. *Envigogika: Charles University E-journal for Environmental Education*, 6(3). doi:10.14712/18023061.65
205. Řezníčková, D., Cídllová, H., Čížková, V., Čtrnáctová, H., Čudová, R., Hanus, M. ... Trnová, E. (2013). *Dovednosti žáků ve výuce biologie, geografie a chemie*. Praha, Česko: P3K.
206. Sadeh, I. & Zion, M. (2009). The development of dynamic inquiry performances within an open inquiry setting: a comparison to guided inquiry setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(10), 1137-1160. doi:10.1002/tea.20310
207. Samková, L., Hošpesová, A., Roubíček, F., & Tichá, M. (2015). Badatelsky orientované vyučování matematice. *Scientia in educatione* 6(1), 91-122. doi:10.14712/18047106.154
208. Sammons, P., Hillman, J. & Mortimore, P. (1995). *Key characteristics of effective schools: a review of school effectiveness research*. Londýn, Anglie: Office for Standards in Education and Institute of Education. Dostupné z: <https://www.scribd.com/document/376201419/Sammons-P-Hillman-J-Mortimore-P-1995-Key-characteristics-of-effective-schools-a-review-of-school-effectiveness-research-London-Institute-of-Ed>
209. Saretsky, G. (1972). The OEO P.C. Experiment and the John Henry Effect. *The Phi Delta Kappan*, 53(9), 579-581. Dostupné z: www.jstor.org/stable/20373317
210. Scott, J. (1997). Children as respondents: Methods for improving data quality. In L. Lyberg, P. Biemer, M Collins, E. de Leeuw, C. Dippo, N. Schwarz & D. Trewin (Eds.), *Survey measurement and process quality* (s. 331-350). New York, USA: Wiley. doi:10.1002/9781118490013.ch14
211. Selim, M. A. & Shrigley, R. L. (1983). The group dynamics approach: a sociopsychological approach for testing the effect of discovery and expository teaching on the science achievement and attitude of young Egyptian students. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(3), 213-224. doi:10.1002/tea.3660200305
212. Shami, P. A. (2001). *Science Curriculum for the Primary School National Institute of Science and Technical Education*. Islámábád, Pákistán: Ministry of Education, Government. of Pakistan.
213. Shapiro, S. S. & Wilk M. B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52(3/4), 591-611. doi:10.2307/2333709

214. Shrigley, R. L. (1990). Attitude and behavior correlates. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(2), 97-113. doi:10.1002/tea.3660270203
215. Shymansky, J. A., Hedges, L. V., & Woodworth, G. (1990). a reassessment of the effects of inquiry-based science curricula of the 60's on student performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(2), 127-144. doi:10.1002/tea.3660270205
216. Shymansky, J. A., Kyle, W. C., & Alport, J. M. (1983). The effects of new science curricula on student performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 387-404. doi:10.1002/tea.3660200504
217. Scheerens, J. (2004). Review of school and instructional effectiveness research. Paper commissioned for the EFA Global Monitoring Report 2005. *The Quality Imperative*, 1-18. UNESCO.
<http://www.educacionyfp.gob.es/ca/dam/jcr:1638c1d1-74f8-4e2b-b96d-e445644f1b05/effectiveteachingscheerens-pdf.pdf>
218. Schneider, R. M., Krajcik, J., Marx, R. W., & Soloway, E. (2002). Performance of students in project-based science classrooms on a national measure of science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(5), 410-422. doi:10.1002/tea.10029
219. Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T. Y., & Lee, Y. H. (2007). a meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 1436-1460. doi:10.1002/tea.20212
220. Siváková, M., Ganajová, M., Čtrnáctová, H., & Sotáková, I. (2018). *Rozvíjanie kompetencií žiakov prostredníctvom učebných úloh z chémie*. Bratislava, Slovensko: Štátny pedagogický ústav.
221. Skalková, J. (1984). *Základní teoretické problémy zvyšování účinnosti výchovně vzdělávacího procesu*. Praha, Česko: PÚ JAK ŠŠAV.
222. Sloup, R. (2014). *Postavení chemického pokusu v době ICT – hliník a jeho sloučeniny*. (Disertační práce). Univerzita Karlova v Praze.
223. Smirnov, N. (1948). Table for Estimating the Goodness of Fit of Empirical Distributions. *The Annals of Mathematical Statistics*, 19(2), 279-281. doi:10.1214/aoms/1177730256
224. Soukup, P. (2016). Užívání statistické a věcné významnosti v časopise Pedagogická orientace a Pedagogika v posledních deseti letech: pohled statistika. *Pedagogická orientace*, 26(2), 182-201. doi:10.5817/PedOr2016-2-182
225. Starý, J. & Chvál, M. (2009). Kvalita a efektivita výuky: metodologické přístupy. In M. Janíková & K. Vlčková (Eds.), *Výzkum výuky: tematické oblasti, výzkumné přístupy a metody* (s. 63-82). Brno, Česko: Paido.

226. Straits, W., J. & Wilke, R., R. (2002). Practical considerations for assessing inquiry-based instruction. *Journal of College Science Teaching*, 31(7), 432-435. Dostupné z: https://www.studentachievement.org/wp-content/uploads/Practical_Consid_for_Assessing_Inquiry_in_Science_Straits2002.pdf
227. Straková, J. (2016). *Mezinárodní výzkumy výsledků vzdělávání. Metodologie, přínosy, rizika a příležitosti*. Praha, Česko: Univerzita Karlova.
228. Stroupe, D. (2015). Describing “Science Practice” in Learning Settings. *Science Education*, 99(6), 1033-1040. doi:10.1002/sce.21191
229. Stuchlíková, I. (2010). O badatelsky orientovaném vyučování. In M. Papáček (Ed.), *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování* (s. 129-135). České Budějovice, Česko: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. [vid. 2020-06-05]. Dostupné z: <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf>
230. Summerlee, A. & Murray, J. (2010). The impact of enquiry-based learning on academic performance and student engagement. *Canadian Journal of Higher Education*, 40(2), 78-94. Dostupné z: <https://journals.sfu.ca/cjhe/index.php/cjhe/article/view/1919/1939>
231. Svatoňová, R. (2016). *Motivace žáků k učení*. (Diplomová práce). Univerzita Karlova. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/162385/>
232. Sweitzer, G. L. & Anderson R. D. (1983). a meta-analysis of research on science teacher education practices associated with inquiry strategy. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 453-466. doi:10.1002/tea.3660200508
233. Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture. In B. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (s. 215-266). San Diego, CA: Academic. doi:10.1016/S0079-7421(03)01015-6
234. Šarboch, D. & Teplá, M. (2018). Digestion in human body in Science education – results of a questionnaire. In M. Rusek & K. Vojtř (Eds.), *Project-based education and other activating strategies in science education XVI*. (s. 121-130). Dostupné z: https://pages.pdf.cuni.cz/pbe/files/2019/07/sbornikPBE2018_wos.pdf
235. Škoda, J. & Doulík, P. (2007). *Chemie 9 učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň, Česko: Fraus.
236. Škoda, J. & Doulík, P. (2011). *Psychodidaktika. Metody efektivního a smysluplného učení a vyučování*. Praha, Česko: Grada.
237. Škoda, J., Doulík, P., Bílek, M., & Šimonová, I. (2015). The efficiency of inquiry-based science instruction in relation to the learners’ motivation types. *Journal of Baltic Science Education*, 14(6), 791-803. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/311673375_The_effectiveness_of_inquiry_based_science_education_in_relation_to_the_learners_motivation_types

238. Tomášek, V., Basl, J., & Janoušková, S. (2016). *Mezinárodní šetření TIMSS 2015: Národní zpráva*. Praha, Česko: Česká školní inspekce. Dostupné z: https://www.iea.nl/sites/default/files/2019-04/TIMSS%202015_web%20Czech%20Republic.pdf
239. Tomášek, V., Basl, J. & Kramplová, I. (2008). *Výzkum TIMSS 2007 Obstojí čeští žáci v mezinárodní konkurenci?* Praha, Česko: Ústav pro informace ve vzdělávání. Dostupné z: <https://www.csicr.cz/getattachment/cz/O-nas/Mezinarodni-setreni-archiv/TIMSS/TIMSS-2007/Narodni-zprava-2007.pdf>
240. Tuan, H. L., Chin, C. C., Tsai, C. C., & Cheng, S. F. (2005). Investigating the Effectiveness of Inquiry Instruction on the Motivation of Different Learning Styles Students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3(4), 541-566. doi:10.1007/s10763-004-6827-8
241. Tupý, J. (2018). *Tvorba kurikulárních dokumentů v České republice. Historicko-analytický pohled na přípravu kurikulárních dokumentů pro základní vzdělávání v letech 1989-2017*. Brno, Česko: Munipress.
242. Vacek, P. (2011). *Psychologie morálky a výchova charakteru žáků*. Hradec Králové, Česko: Gaudeamus.
243. Václavíková Helšusová, L. & Smetáčková, I. (2007). Dívčí a chlapecké učení: rozdílný obsah, rozdílné výsledky, rozdílný styl. In I. Smetáčková (Ed.), *Příručka pro genderově citlivé výchovné poradenství* (s. 42-50). Praha, Česko: Otevřená společnost, o.p.s.
244. Vácha, Z. & Ditrich, T. (2016). Efektivita badatelsky orientovaného vyučování na primárním stupni základních škol v přírodovědném vzdělávání v České republice s využitím prostředí školních zahrad. *Scientia in Educatione*, 7(1), 65-79. doi:10.14712/18047106.293
245. Veselý, A. (2019, 11. březen). *Škola se musí změnit. Jak? Na tom se odborníci v Česku neshodnou*. Česká škola. [vid. 2017-11-29]. Dostupné z: <http://www.ceskaskola.cz/2019/03/skola-se-musi-zmenit-jak-na-tom-se.html>
246. Vlasák, M. (2016, 6. prosinec). *Na zkušenou v Trondheimu* [video]. [vid. 2020-06-21]. Dostupné z: https://issuu.com/jihoceska_univerzita/docs/journal_04_2016_web/21
247. Volmutová, I., Kuchařová, E., Mokrejšová, O., Müllerová, L., Pražienka, M., Strnadová, H., & Vondráčková, K. (2013). *Věda není žádná věda – Žákovský pokus jako východisko pro výuku přírodních věd ve školách*. Praha, Česko: Conatex-didactic učební pomůcky s. r. o.
248. Völklová, V. (2018). *Badatelsky orientovaná výuka v chemickém vzdělávání*. (Bakalářská práce). Praha, Česko: Univerzita Karlova. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zpp/detail/193468/>
249. Wang, M. C., Haertel, G. D., & Walberg, H. J. (1993). Toward a knowledge base for school learning. *Review of Educational Research*, 63(3), 249-294. doi:10.3102/00346543063003249

250. Wang, P. H., Wu, P. L., Yu, K. W. & Lin, Y. X. (2015). Influence of Implementing Inquiry-based Instruction on Science Learning Motivation and Interest: a Perspective of Comparison. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174. 1292-1299. doi:10.1016/j.sbspro.2015.01.750
251. Weaver, G. C. (1998). Strategies in K-12 science instruction to promote conceptual change. *Science Education*, 82(4), 455-472. doi:10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<455::AID-SCE3>3.0.CO;2-A
252. Weinstein, T., Boulanger, F. D. & Walberg, H. J. (1982). Science curriculum effects in high school: a quantitative synthesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(6), 511-522.
253. Wise, K. C. & Okey, J. R. (1983). a meta-analysis of the effects of various science teaching strategies on achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 419-435. doi:10.1002/tea.3660200506
254. Wu, Y. T. & Tsai, Ch. Ch. (2005). Development of elementary school students' cognitive structures and information processing strategies under long-term constructivist-oriented science instruction. *Science Education*, 89(5), 822-846. doi:10.1002/sce.20068
255. Zámečnicková, V. (2016). *Badatelsky orientovaná výuka se zaměřením na obecnou a anorganickou chemii*. (Disertační práce). Univerzita Karlova. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/130325/>

Ostatní literatura (bez citace v textu práce)

256. VŠE. (2019, 26. listopad). Přehled pravidel pro citování dle APA 6. vyd. na FPH VŠE. *Katalog knihovny: E-zdroje*. [vid. 2020-11-5]. Dostupné z: <https://knihovna.vse.cz/citace/prehled-pravidel-pro-citovani-dle-apa-6-vyd-na-fph-vse/>
257. MU. (2019, 25. říjen). Jak na citace podle APA Style. *Ústřední knihovna FF MU*. [vid. 2020-12-5]. Dostupné z: https://www.slideshare.net/rs_knihovnaffmu/jak-na-citace-podle-apa-style-186668456

Seznam zdrojů použitých obrázků v pracovních listech a didaktických testech

1. obr. i – Malá mořská víla: autor: Sloupová, H. (2017).
2. obr. II – Ukázka z pracovního listu a metodického pokynu pro učitele: Volmutová, I., Kuchařová, E., Mokrejšová, O., Müllerová, L., Pražienka, M., Strnadová, H., & Vondráčková, K. (2013a). Fyzikální a chemický děj. [obrázek].

- [vid. 2019-09-10]. Dostupné z:
http://www.vedaneniveda.cz/Veda/pdf/3_chemie_zakladni%20skola/01_materialy/1.1_fyzikalni_chemicky_dej.pdf
3. obr. III – Ukázka z pracovního listu a metodického pokynu pro učitele: Volmutová, I., Kuchařová, E., Mokrejšová, O., Müllerová, L., Pražienka, M., Strnadová, H., & Vondráčková, K. (2013b). Frankensteinův koktejl. [obrázek]. [vid. 2019-09-10]. Dostupné z:
http://www.vedaneniveda.cz/Veda/pdf/6_chemie_stredni%20skola/04_aplikace/4_4_koktejl.pdf
 4. Obr. IV, VIII, X – Filtrační aparatura: Volmutová, I., Kuchařová, E., Mokrejšová, O., Müllerová, L., Pražienka, M., Strnadová, H., & Vondráčková, K. (2013c). Filtrační aparatura. [obrázek]. [vid. 2019-09-10]. Dostupné z:
http://www.vedaneniveda.cz/Veda/pdf/6_chemie_stredni%20skola/04_aplikace/4_4_koktejl_PL.pdf
 5. Obr. V, IX, XI – Dělicí nálevka: Volmutová, I., Kuchařová, E., Mokrejšová, O., Müllerová, L., Pražienka, M., Strnadová, H., & Vondráčková, K. (2013d). Dělicí nálevka: [obrázek]. [vid. 2019-09-10]. Dostupné z:
http://www.vedaneniveda.cz/Veda/pdf/6_chemie_stredni%20skola/04_aplikace/4_4_koktejl_PL.pdf
 6. Obr. VI, VII – Kádinky: Volmutová, I., Kuchařová, E., Mokrejšová, O., Müllerová, L., Pražienka, M., Strnadová, H., & Vondráčková, K. (2013e). Kádinky. [obrázek]. [vid. 2019-09-10]. Dostupné z:
http://www.vedaneniveda.cz/Veda/pdf/6_chemie_stredni%20skola/04_aplikace/4_4_koktejl_PL.pdf
 7. obr. XII – Ukázka z pracovního listu a metodického pokynu pro učitele: Volmutová, I., Kuchařová, E., Mokrejšová, O., Müllerová, L., Pražienka, M., Strnadová, H., & Vondráčková, K. (2013f). Kohoutí ocas. [obrázek]. [vid. 2019-09-10]. Dostupné z:
http://www.vedaneniveda.cz/Veda/pdf/3_chemie_zakladni%20skola/01_materialy/1.3_kohouti_ocas.pdf

8. obr. XIII – Ukázka z pracovního listu a metodického pokynu pro učitele: Volmutová, I., Kuchařová, E., Mokrejšová, O., Müllerová, L., Pražienka, M., Strnadová, H., & Vondráčková, K. (2013g). Konstrukce hasicího přístroje. [obrázek]. [vid. 2019-09-10]. Dostupné z: http://www.vedaneniveda.cz/Veda/pdf/6_chemie_stredni%20skola/02_latky_makrosvet/2.2_hasic_i_pristroj.pdf
9. obr. XIV – Zkonstruovaný hasicí přístroj: Volmutová, I., Kuchařová, E., Mokrejšová, O., Müllerová, L., Pražienka, M., Strnadová, H., & Vondráčková, K. (2013h). Zkonstruovaný hasicí přístroj. [obrázek]. [vid. 2019-09-10]. Dostupné z: http://www.vedaneniveda.cz/Veda/pdf/6_chemie_stredni%20skola/02_latky_makrosvet/2.2_hasic_i_pristroj.pdf
10. obr. XV – Stavba srsti psa: Irová, Š. (2015). [obrázek]. [vid. 2019-09-10]. Dostupné z: <https://odcervenieniky.estranky.cz/clanky/zajimavosti-k-zamysleni/kuze-a-srst.html>
11. obr. XVI, XIX, XX, XXI – Průřez stavby kůže: US-Gov (2008). [obrázek]. [vid. 2019-09-17]. Dostupné z: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Skin.png>
12. obr. XVII – Průřez chlupem: Starčevská, L. & Korčáková, H. (2016a). [obrázek]. *Biologická olympiáda 51. ročník školní rok 2016/2017: Zadání úloh k tématu: Detektivem v přírodě (kategorie C). Okresní kolo* (s. 15). Praha, Česko: Česká zemědělská univerzita.
13. obr. XVIIIa – Umělé vlákno: Starčevská, L. & Korčáková, H. (2016b). [obrázek]. *Biologická olympiáda 51. ročník školní rok 2016/2017: Zadání úloh k tématu: Detektivem v přírodě (kategorie C). Okresní kolo* (s. 8). Praha, Česko: Česká zemědělská univerzita.
14. obr. XVIIIb – Lidský vlas: Starčevská, L. & Korčáková, H. (2016c). [obrázek]. *Biologická olympiáda 51. ročník školní rok 2016/2017: Zadání úloh k tématu: Detektivem v přírodě (kategorie C). Okresní kolo* (s. 7). Praha, Česko: Česká zemědělská univerzita.
15. obr. XVIIIc – Chlup králíka: Sapp, B. (2017). [obrázek]. [vid. 2019-07-21] Dostupné z: http://bsapp.com/forensics_illustrated/new_page_17.htm

16. obr. XXII – Ukázka z pracovního listu a metodického pokynu pro učitele: Volmutová, I., Kuchařová, E., Mokrejšová, O., Müllerová, L., Pražienka, M., Strnadová, H., & Vondráčková, K. (2013i). Zimní spánek. [obrázek]. [vid. 2019-09-10]. Dostupné z:
http://www.vedaneniveda.cz/Veda/pdf/4_biologie_zakladni%20skola/05_energie/5.2_zimni_spanek.pdf
17. obr. XXIII – Stavba nory: Volmutová, I., Kuchařová, E., Mokrejšová, O., Müllerová, L., Pražienka, M., Strnadová, H., & Vondráčková, K. (2013j). Stavba nory. [obrázek]. [vid. 2019-09-10]. Dostupné z:
http://www.vedaneniveda.cz/Veda/pdf/4_biologie_zakladni%20skola/05_energie/5.2_zimni_spanek.pdf
18. obr. XXIV – Přípravné texty: Volmutová, I., Kuchařová, E., Mokrejšová, O., Müllerová, L., Pražienka, M., Strnadová, H., & Vondráčková, K. (2013k). Přípravné texty. [obrázek]. [vid. 2019-09-10]. Dostupné z:
http://www.vedaneniveda.cz/Veda/pdf/4_biologie_zakladni%20skola/05_energie/5.2_zimni_spanek_PL.pdf
19. obr. XXV – Ukázka z pracovního listu a metodického pokynu pro učitele: Volmutová, I., Kuchařová, E., Mokrejšová, O., Müllerová, L., Pražienka, M., Strnadová, H., & Vondráčková, K. (2013l). Prevence zubního kazu. [obrázek]. [vid. 2019-09-10]. Dostupné z:
http://www.vedaneniveda.cz/Veda/pdf/4_biologie_zakladni%20skola/04_neviditelne/4.3_zubni_kaz.pdf
20. obr. XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX – Popis zubu: Volmutová, I., Kuchařová, E., Mokrejšová, O., Müllerová, L., Pražienka, M., Strnadová, H., & Vondráčková, K. (2013m). Popis zubu. [obrázek]. [vid. 2019-09-10]. Dostupné z:
http://www.vedaneniveda.cz/Veda/pdf/4_biologie_zakladni%20skola/04_neviditelne/4.3_zubni_kaz.pdf

8 Přílohy práce

8	Přílohy práce	147
8.1	Znění zadávaného post dotazníku (1. výzkumné šetření)	149
8.2	Zadání pracovního listu – Elektrolýza vodných roztoků vybraných solí	151
8.3	Znění zadávaného post dotazníku (2. výzkumné šetření)	152
8.4	Úloha č. 1 (chemie): Fyzikální a chemické děje (zadání pro badatelsky vedenou laboratorní výuku)	153
8.5	Didaktický test k úloze č. 1 (chemie)	154
8.6	Úloha č. 2 (chemie): Frankensteinův koktejl (zadání pro badatelsky vedenou laboratorní výuku)	157
8.7	Úloha č. 2 (chemie): Frankensteinův koktejl (upravené zadání pro tradičně vedenou laboratorní výuku)	158
8.8	Didaktický test k úloze č. 2 (chemie)	161
8.9	Úloha č. 3 (chemie): Kohoutí ocas (zadání pro badatelsky vedenou laboratorní výuku)	165
8.10	Úloha č. 3 (chemie): Kohoutí ocas (upravené zadání pro tradičně vedenou laboratorní výuku)	166
8.11	Didaktický test k úloze č. 3 (chemie)	169
8.12	Úloha č. 4 (chemie): Konstrukce hasicího přístroje (zadání pro badatelsky vedenou laboratorní výuku)	171
8.13	Úloha č. 4 (chemie): Konstrukce hasicího přístroje (upravené zadání pro tradičně vedenou laboratorní výuku)	172
8.14	Didaktický test k úloze č. 4 (chemie)	174
8.15	Úloha č. 1 (přírodopis): Pokryv těla savců (zadání pro tradičně vedenou laboratorní výuku)	176
8.16	Didaktický test k úloze č. 1 (přírodopis)	181
8.17	Úloha č. 2 (přírodopis): Zimní spánek savců (zadání pro badatelsky vedenou laboratorní činnost)	183
8.18	Úloha č. 2 (přírodopis): Zimní spánek savců (upravené zadání pro tradičně vedenou laboratorní výuku)	184

8.19	Didaktický test k úloze č. 2 (přírodopis)	189
8.20	Úloha č. 3 (přírodopis): Prevence zubního kazu (zadání pro badatelsky vedenou laboratorní výuku)	193
8.21	Úloha č. 3 (přírodopis): Prevence zubního kazu (upravené zadání pro tradičně vedenou laboratorní výuku).....	194
8.22	Didaktický test k úloze č. 3 (přírodopis)	197

8.1 Znění zadávaného post dotazníku (1. výzkumné šetření)

MOTIVAČNÍ POST-DOTAZNÍK (ELEKTROLÝZA, ZŠ SUŠICE) EXPERIMENTÁLNÍ SKUPINA

Datum: Třída: Škola:
 Kód: Věk: Pohlaví Muž Žena

Kód: První 2 políčka jsou první 2 písmena křestního jména Vaší matky (např. MA pro Marie), prostřední 2 políčka: den vašeho narození (např. 26) a poslední 2 políčka: měsíc narození (např. červen 06). Pak je kód MA2606.

U každého z následujících tvrzení vyjádřete míru svého souhlasu. Zakroužkujte, do jaké míry s tvrzením souhlasíte.
1 = naprosto nesouhlasím, 7 = naprosto souhlasím

1.	Tato činnost mi připadala docela zábavná.	1	2	3	4	5	6	7
		naprosto NEsouhlasím						naprosto souhlasím
2.	Věnoval/a jsem tomu hodně úsilí.	1	2	3	4	5	6	7
		naprosto NEsouhlasím						naprosto souhlasím
3.	U této činnosti jsem si vedl/a dobře.	1	2	3	4	5	6	7
		naprosto NEsouhlasím						naprosto souhlasím
4.	Myslím si, že vykonávání této činnosti je užitečné pro pochopení látky probírané ve škole.	1	2	3	4	5	6	7
		naprosto NEsouhlasím						naprosto souhlasím
5.	Tato činnost se mi velmi líbila.	1	2	3	4	5	6	7
		naprosto NEsouhlasím						naprosto souhlasím
6.	U této činnosti jsem se moc NESnažil/a uspět.	1	2	3	4	5	6	7
		naprosto NEsouhlasím						naprosto souhlasím
7.	Myslím si, že jsem si během této činnosti v porovnání s ostatními studenty vedl/a velmi dobře.	1	2	3	4	5	6	7
		naprosto NEsouhlasím						naprosto souhlasím
8.	Myslím si, že tato činnost by pro mě mohla mít nějakou hodnotu.	1	2	3	4	5	6	7
		naprosto NEsouhlasím						naprosto souhlasím
9.	Myslím, že po zvládnutí této činnosti probrané látce rozumím.	1	2	3	4	5	6	7
		naprosto NEsouhlasím						naprosto souhlasím
10.	Myslím si, že tato činnost je důležitá.	1	2	3	4	5	6	7
		naprosto NEsouhlasím						naprosto souhlasím
11.	Tato činnost byla zábavná.	1	2	3	4	5	6	7
		naprosto NEsouhlasím						naprosto souhlasím
12.	U této činnosti jsem se opravdu velmi snažil/a.	1	2	3	4	5	6	7
		naprosto NEsouhlasím						naprosto souhlasím
13.	Se svým výkonem během této činnosti jsem spokojený/á.	1	2	3	4	5	6	7
		naprosto NEsouhlasím						naprosto souhlasím
14.	Myslím si, že je užitečné tuto činnost dělat, protože může vést k lepšímu pochopení látky probírané ve škole.	1	2	3	4	5	6	7
		naprosto NEsouhlasím						naprosto souhlasím
15.	Tato činnost mi připadala nudná.	1	2	3	4	5	6	7
		naprosto NEsouhlasím						naprosto souhlasím
16.	Práci v dnešní vyučovací hodině jsem dobře zvládl/a.	1	2	3	4	5	6	7
		naprosto NEsouhlasím						naprosto souhlasím
17.	Byl bych ochotný / Byla bych ochotná tuto činnost dělat	1	2	3	4	5	6	7

	znovu, protože to pro mě bylo přínosné.	naprosto NEsouhlasím						naprosto souhlasím
18.	Tuto činnost bych popsal/a jako velmi zajímavou.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
19.	V tomto úkolu bylo pro mě důležité uspět.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
20.	Myslím si, že vykonávání této činnosti by mi mohlo pomoci k lepšímu pochopení látky probírané ve škole.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
21.	Tato činnost mě vůbec NEzaujala.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
22.	Když jsem tuto činnost vykonával/a, říkal/a jsem si, že mě opravdu baví.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
23.	NEvěnoval/a jsem tomu moc energie.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
24.	Myslím si, že vykonávání této činnosti by mi mohlo prospět.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
25.	Během této činnosti jsem si NEvedl velmi dobře.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím

26. Máte nějaký vzkaz?

Děkujeme za vyplnění dotazníku. Váš názor je pro nás velmi důležitý.

8.2 Zadání pracovního listu – Elektrolýza vodných roztoků vybraných solí

jméno:

datum:

třída:

Laboratorní práce: Elektrolýza

Úkol: Malá mořská víla se proměnila v mořskou pěnu, byla oblečena do krásných šatů. Podle pokynů učitele vybarvi její šaty. Uveď, z kterého roztoku se elektrolýzou vytvoří nejvíce bublinek plynu – naší „pěny“. Na základě pozorování vyplň tabulku. Vysvětli, proč ve vzorku pitné vody nedochází během elektrolýzy k barevným změnám.

pomůcky: skleněné U-trubice bez postranních vývodů, dostatečně dlouhé vodiče pro připojení ke zdroji, svorky (nebo jiný uchytý mechanismus), uhlíkové elektrody (lze použít i železné hřebíky nebo uhlíkové tyčinky ze suchého článku), zdroj stejnosměrného elektrického napětí (alespoň 9V baterie), stojany, křížové svorky a držáky pro U-trubice ke stojanu, kádinky 100 ml, lžičky, hodinová sklíčka, váhy, nálevky, tyčinky.

chemikálie: NaCl (s), NaBr (s), NaI (s), destilovaná voda, roztok fenolftaleinu, jodidoškrobový papírek



	NaCl	NaBr	NaI	kontrolní roztok H ₂ O
anoda				
katoda				
pořadí pěny 1. = nejvíce				

Pozorování:

Vysvětlení:

Závěr:

Obr. 1: Malá mořská víla (Sloupová, 2017).

8.3 Znění zadávaného post dotazníku (2. výzkumné šetření)

Jméno a příjmení: _____

Téma: _____

Datum: _____

Třída: _____

U každého z následujících tvrzení vyjádřete míru svého souhlasu. Zakroužkujte, do jaké míry s tvrzením souhlasíte. **1 = naprosto nesouhlasím, 7 = naprosto souhlasím**

1.	Tato činnost mi připadala docela zábavná.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
2.	Věnoval/a jsem tomu hodně úsilí.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
3.	U této činnosti jsem se cítil/a pod tlakem	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
4.	Myslím si, že vykonávání této činnosti je užitečné pro pochopení látky probírané ve škole.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
5.	Tato činnost se mi velmi líbila.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
6.	U této činnosti jsem NE byl vůbec nervózní.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
7.	Při práci na tomto úkolu jsem cítil/a úzkost.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
8.	Myslím si, že tato činnost je důležitá.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
9.	U této činnosti jsem se opravdu velmi snažil/a.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
10.	U této činnosti jsem se cítil/a velmi uvolněně.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
11.	Myslím si, že je užitečné tuto činnost dělat, protože může vést k lepšímu pochopení látky probírané ve škole.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
12.	V tomto úkolu bylo pro mě důležité uspět.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
13.	Myslím si, že vykonávání této činnosti by mi mohlo pomoci k lepšímu pochopení látky probírané ve škole.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
14.	Tato činnost mě vůbec NE zaujala.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
15.	Když jsem tuto činnost vykonával/a, říkal/a jsem si, že mě opravdu baví.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím
16.	NE věnoval/a jsem tomu moc energie.	1 naprosto NEsouhlasím	2	3	4	5	6	7 naprosto souhlasím

Děkujeme za vyplnění dotazníku. Váš názor je pro nás velmi důležitý.

8.4 Úloha č. 1 (chemie): Fyzikální a chemické děje (zadání pro badatelsky vedenou laboratorní výuku)

V 1. laboratorním cvičení z chemie byl použit pracovní list „Fyzikální a chemický děj“ z materiálů určených pro výuku předmětu chemie pro 2. stupeň základních škol, projekt „Věda není žádná věda – Žákovský pokus jako východisko pro výuku přírodních věd ve školách.“

Vyučující postupovala podle metodických pokynů pro učitele.

Materiály jsou volně dostupné na: <http://www.vedaneniveda.cz/vyukove-materialy-pro/2-stupen-zakladnich-skol/chemie>

Název: Fyzikální a chemický děj

Pokus číslo 1: Led

a) Vlož kostku ledu do kádinky a kádinku zahřívěj.
b) Pozoruj a popiš, co se stalo.

Změnila látka vzhled a vlastnosti? (barva, tvar, skupenství, zápach, atd.)

.....

.....

.....

.....

Pokus číslo 2: Sírka

a) Zapal sírku a nech jí chvíli hořet.
b) Pozoruj a popiš, co se stalo.

Změnila látka vzhled a vlastnosti? (barva, tvar, skupenství, zápach, atd.)

.....

.....

.....

.....

VĚDA není žádná VĚDA Žákovský pokus jako východisko pro výuku přírodních věd ve školách

Výukové materiály

Název: Fyzikální a chemický děj

Téma: Fyzikální a chemický děj

Úroveň: 2. stupeň ZŠ

Tematický celek: Materiály a jejich přeměny

Předmět (obor): chemie

Doporučený věk žáků: 13–14 let

Doba trvání: 2 vyučovací hodiny (laboratorní práce)

Specifický cíl: naučit žáky rozlišit fyzikální a chemický děj, jednoduchými pokusy dokázat, zda se jedná o fyzikální či chemický děj, na základě badatelských pokusů vyvodit obecné závěry

Seznam potřebného materiálu:

Kostka ledu, sírky, naftalen, vajíčka, svíčky, hořčičková páska, jod, běžné chemické nádoby (kádinky, zkumavky, trojnožka, kahan atd.), nůžky, papíry větších formátů (např. A3)

Seznam praktických (badatelských) aktivit:

Zjišťování fyzikálních a chemických dějů
Důkaz fyzikálních a chemických dějů
Sestavování koloběhu vody (zjišťování fyzikálních pojmů)
Sestavování koloběhu uhlíku (zjišťování chemických pojmů)

Obrázek II: Ukázka z pracovního listu a metodického pokynu pro učitele (Volmutová et al., 2013a).

8.5 Didaktický test k úloze č. 1 (chemie)

TEST FYZIKÁLNÍ a CHEMICKÉ DĚJE

Jméno a příjmení:

Třída:

Datum:

Škola:

1) Doplně tabulku o vhodné příklady látek a těles:

TĚLESO	alobal		skleněná váza	
LÁTKA		dřevo		papír

[/4]

2) Kterými našimi smysly zkoumáme vlastnosti chemických látek? Přiřaď k sobě smysl A až C a zkoumanou vlastnost látky 1 až 3.

vlastnost látky	smysl
1) skupenství	A) čich
2) zápach	B) zrak
3) zrnitost povrchu	C) hmat

[/3]

3) Rozhodni, zda se jedná o chemický děj:

Tání ledu	ANO / NE
Rozsvícení žárovky	ANO / NE
Rezavění železa	ANO / NE
Pečení masa	ANO / NE
Sušení prádla	ANO / NE

[/5]

4) Doplň tabulku:

	Tání kostky ledu	Hoření papíru
Název látky na začátku pokusu:		
Název látky na konci pokusu:		
Má látka stejné složení?		
Je možné získat původní látku zpět?		
Název děje (fyzikální x chemický):		

[/10]

TEST FYZIKÁLNÍ a CHEMICKÉ DĚJE – ŘEŠENÍ

1) Doplně tabulku o vhodné příklady látek a těles:

TĚLESO	alobal	<i>židle</i>	skleněná váza	<i>sešit</i>
LÁTKA	<i>hliník</i>	dřevo	<i>sklo</i>	papír

[4]

2) Kterými našimi smysly zkoumáme vlastnosti chemických látek? Přiřaď k sobě smysl A až C a zkoumanou vlastnost látky 1 až 3.

1-B) 2-A) 3-C) (lze uznat i B)

[3]

3) Rozhodni, zda se jedná o chemický děj:

Tání ledu	ANO / <i>NE</i>
Rozsvícení žárovky	ANO / <i>NE</i>
Rezavění železa	<i>ANO</i> / NE
Pečení masa	<i>ANO</i> / NE
Sušení prádla	ANO / <i>NE</i>

[5]

4) Doplně tabulku:

	Tání kostky ledu	Hoření papíru
Název látky na začátku pokusu:	<i>led (voda)</i>	<i>papír</i>
Název látky na konci pokusu:	<i>voda</i>	<i>popel oxidy uhlíku, voda</i>
Má látka stejné složení?	<i>ano</i>	<i>ne</i>
Je možné získat původní látku zpět?	<i>ano</i>	<i>ne</i>
Název děje (fyzikální x chemický):	<i>fyzikální</i>	<i>chemický</i>

[10]

Celkem bodů: 22

8.6 Úloha č. 2 (chemie): Frankensteinův koktejl (zadání pro badatelsky vedenou laboratorní výuku)

Ve 2. laboratorním cvičení z chemie byl použit pracovní list „Frankensteinův koktejl“ z materiálů určených pro výuku předmětu chemie pro 2. stupeň základních škol, projekt „Věda není žádná věda – Žákovský pokus jako východisko pro výuku přírodních věd ve školách.“

Vyučující postupovala podle metodických pokynů pro učitele.

Materiály jsou volně dostupné na: <http://www.vedaneniveda.cz/vyukove-materialy-pro/stredni-skoly/chemie>

AKTIVITA: Frankensteinův koktejl

Jména: _____ Datum: _____
Třída: _____

Laboratorní protokol: **Frankensteinův koktejl** (dělení směsí)

Frankensteinův koktejl obsahuje 4 základní složky: a

Úkol č. 1: Do kádínek zakreslete výsledky dělení po použití dělicích metod 1, 2, 3 a doplňte text.

zbytek po oddělení složky A

zbytek po oddělení složky A a B

Jako první použijeme dělicí metodu (1), kterou z koktejlů oddělíme složku (A). Zbytek, který obsahuje složky a, podrobíme dělicí metodě (2). Získáme složku (B). Zbývající dvě složky, a, rozdělíme metodou (3). Tím dostaneme složky (C) a (D).

Úkol č. 2: Hodnocení výsledků

Po porovnání s výchozími složkami koktejlů se nám **nejlépe podařilo** oddělit složku

Nejméně povedené jsme oddělili složku, protože

Naše skupina spolupracovala a (blužně / dobře / rychle / výborně / se zádrhly / špatně / bez komunikace / zbrkle / precizně / pomalu /

VEDA není žádná VEDA Žákovský pokus jako východisko pro výuku přírodních věd ve školách

Výukové materiály

Název: Frankensteinův koktejl

Téma: Dělení směsí

Úroveň: ZŠ či odpovídající ročník víceletých gymnázií, 1. ročník SŠ

Tematický celek: Praktické aplikace přírodovědných a technických poznatků

Předmět (obor): chemie

Doporučený věk žáků: 14–16 let

Doba trvání: 2 vyučovací hodiny – laboratorní práce

Specifický cíl: naučit žáky formulovat hypotézy a ověřit jejich platnost badatelskou činností

Seznam potřebného materiálu:

Pomůcky: běžné laboratorní nádobí na filtraci, krystalizaci, destilaci a na dělení s dělicí nálevkou

Potraviný: káva (celá zrna), olej, sůl, voda z vodovodu

Seznam praktických (badatelských) aktivit:

Dělení směsí metodou filtrace, s použitím dělicí nálevky, krystalizace a destilace

Obrázek III: Ukázka z pracovního listu a metodického pokynu pro učitele (Volmutová et al., 2013b).

8.7 Úloha č. 2 (chemie): Frankensteinův koktejl (upravené zadání pro tradičně vedenou laboratorní výuku)

Laboratorní práce č. 2.

příjmení, třída, datum

Úkol: Dělení směsí

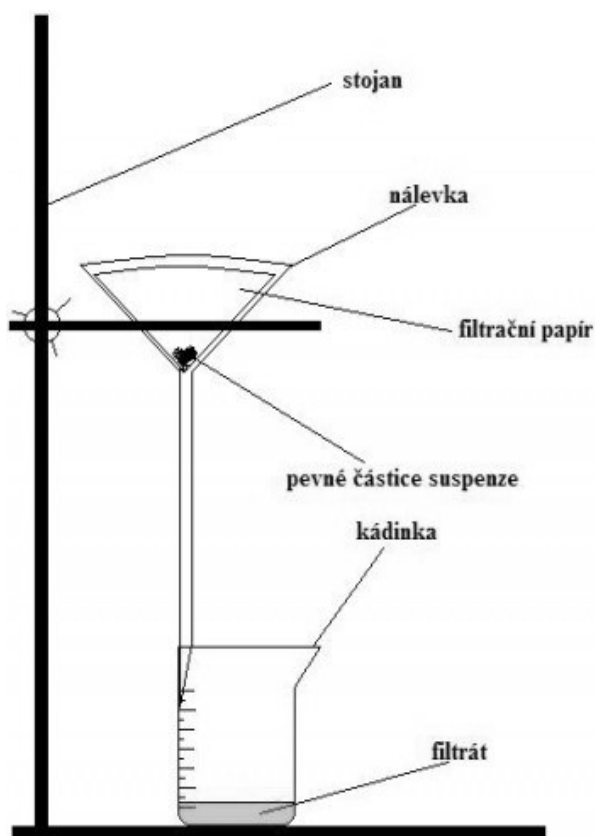
Pomůcky: stojan, nálevka, kádinka, kruh, svorka, třecí miska s tloučkem, dělicí nálevka, držák na zkumavky, krystalizační miska, filtrační papír

Potraviny: káva (1 celé zrno), olej (cca 25 ml), sůl (cca 1 lžičku), voda z vodovodu (cca 100 ml)

Postup: 1) Připrav si různorodou směs. Smíchej vodu z vodovodu, olej, sůl, 1 zrno kávy, které nahrubo nadrt' tloučkem v třecí misce. Poté směs promíchej.

2) Nyní postupně jednotlivé složky oddělíme.

2a) Připrav si aparaturu na filtraci podle obrázku uvedeného níže. Připravenou směs přefiltruj, tím oddělíš kávová zrna.



Obr. IV: Filtrační aparatura
(Volmutová et al., 2013c).

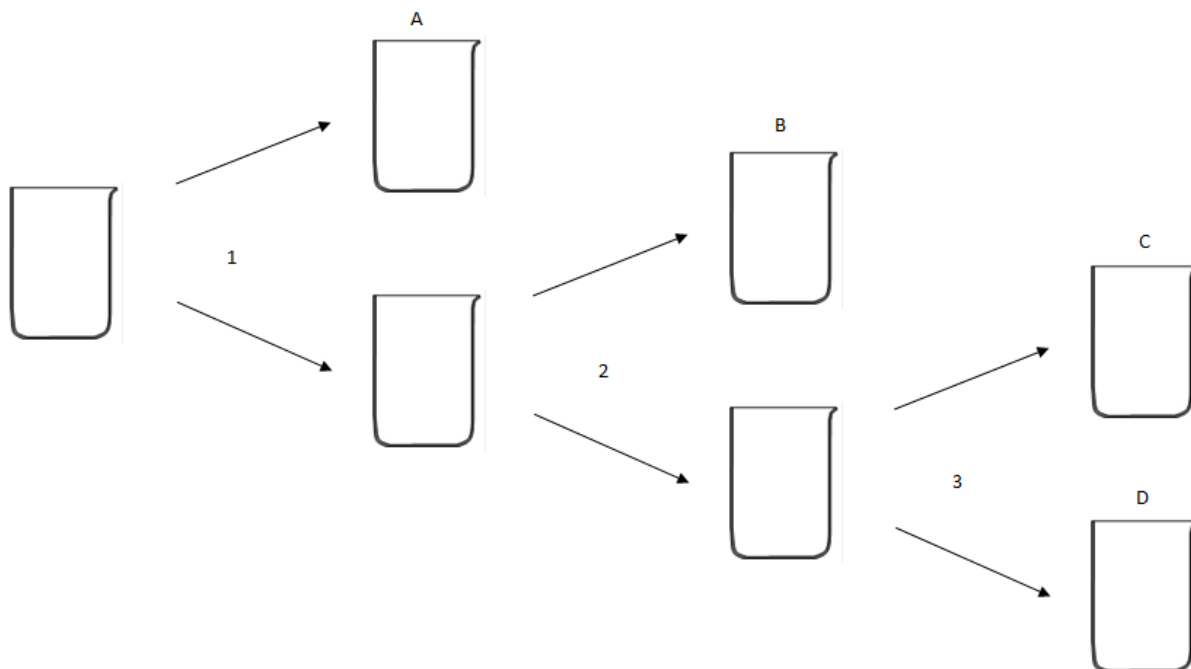
2b) Poté si připrav dělicí nálevku (viz obrázek níže) a odděl od směsi olej.



Obr. V: Dělící nálevka (Volmutová, 2013d).

2c) Nakonec krystalizací odděl sůl.

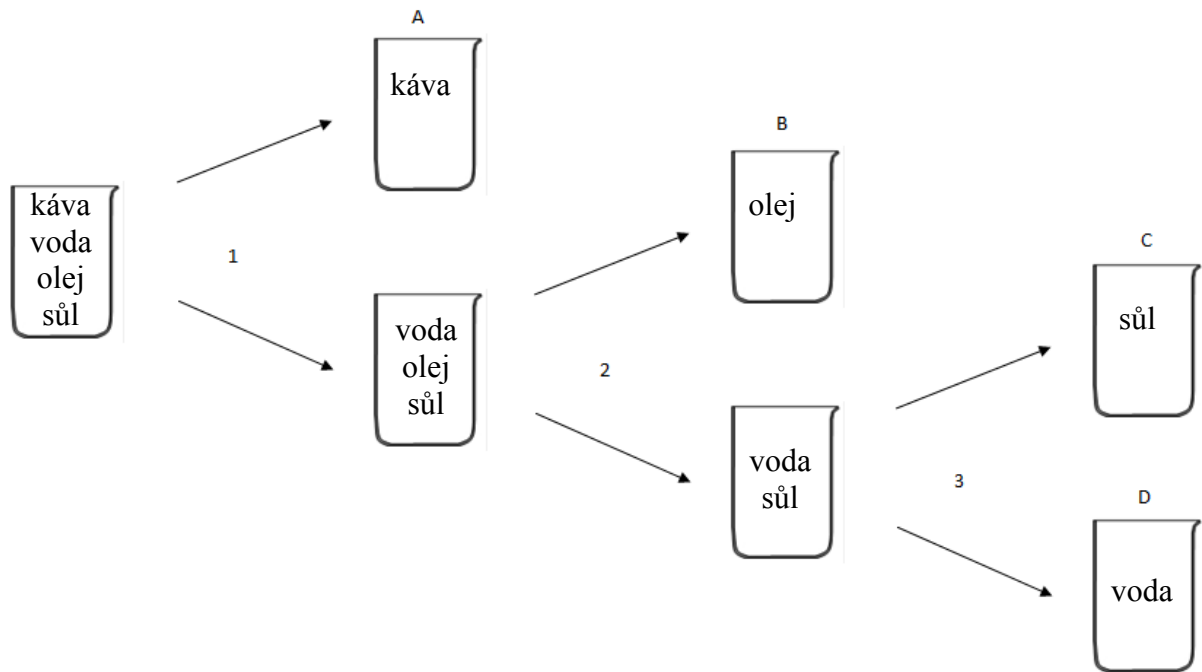
Závěr: Do kádínek zapiš výsledky dělení po použití dělicích metod 1, 2, 3 a doplň text.



Obr. VI: Kádinky (Volmutová et al., 2013e).

Jako první použijeme dělicí metodu (1), kterou z koktejlu oddělíme složku (A). Zbytek, který obsahuje složky, a, podrobíme dělicí metodě (2). Získáme složku (B). Zbývající dvě složky, a, rozdělíme metodou(3). Tím dostaneme složky (C) a (D).

Úloha č. 2 (Frankensteinův koktejl) – ŘEŠENÍ



Obr. VII: Kádinky (Upraveno podle: Volmutová et al., 2013e).

Jako první použijeme dělicí metodu **filtraci** (1), kterou z koktejlu oddělíme složku **kávu** (A). Zbytek, který obsahuje složky **vodu**, **sůl** a **olej**, podrobíme dělicí metodě **usazování** (2). Získáme složku **olej** (B). Zbývající dvě složky, **vodu** a **sůl**, rozdělíme metodou **krystalizace** (3). Tím dostaneme složky **sůl** (C) a **vodu** (D).

8.8 Didaktický test k úloze č. 2 (chemie)

TEST SMĚSI

Jméno a příjmení:

Třída:

Datum:

Škola:

1) Dopln následující věty z nabídky slov v rámečku (některá slova lze využít víckrát):

heterogenní, homogenní, krystalizací, filtrací, usazováním, vody a modré skalice, vody a soli, vody a rozdrčených kávových zrn, emulzi, dělicí nálevky

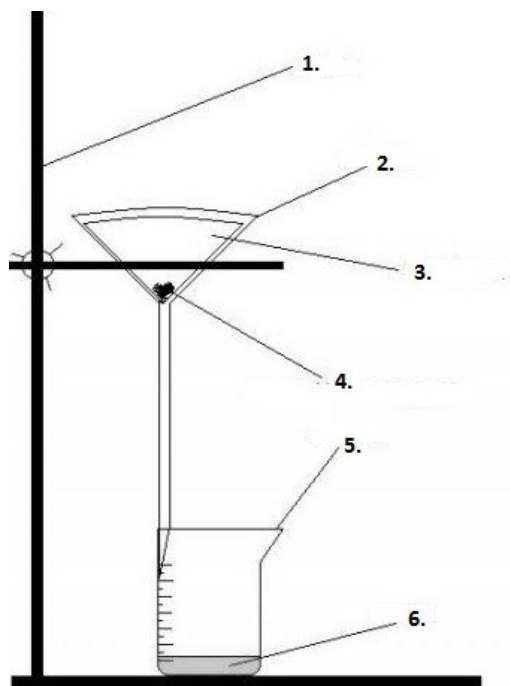
Suspenze je směs, kterou lze rozdělit; příkladem suspenze je směs

Směs vody a oleje je směs a označujeme jí jako Složky z této směsi oddělíme pomocí

Příkladem směsi, kterou nelze filtrací rozdělit, je směs nebo Takové složky můžeme oddělit

[/11]

2) Popiš obrázek znázorňující aparaturu na filtraci.



Obr. VIII: Filtrační aparatura (Volmutová et al., 2013c).

[/6]

3) Navrhni a stručně popiš, jak bys oddělil/a následující složky ze směsi? Uveď název použité separační metody.

směs	Tvůj návrh rozdělení:	Název separační metody, kterou jsi použil/a:
voda a křída		
olej a voda		
kuchyňská sůl rozpuštěná ve vodě		
pepř ve vodě		

Za stručný popis metody [/8]. Za uvedení názvu metody [/4].

4) Jak se nazývá chemické sklo znázorněné na obrázku níže? K oddělování kterých směsí bys ho použil/a?



.....

.....

.....

Obr. IX: Dělící nálevka (Volmutová, 2013d).

[/2]

TEST SMĚSI – ŘEŠENÍ

1) Dopln následující věty z nabídky slov v rámečku (některá slova lze využít vícrát):

heterogenní, homogenní, krystalizací, filtračí, usazováním, vody a modré skalice, vody a soli, vody a rozdrčených kávových zrn, emulzi, dělicí nálevky

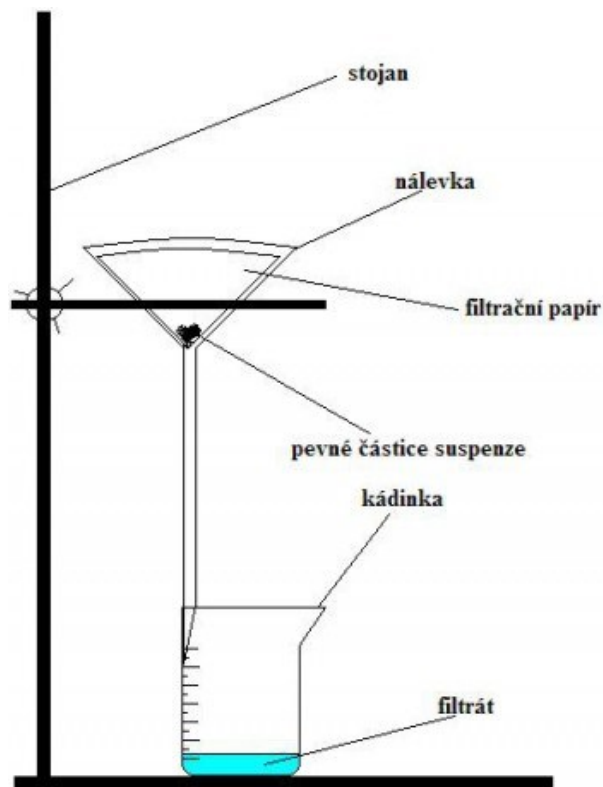
Suspenze je **heterogenní** směs, kterou lze rozdělit **filtračí**; příkladem suspenze je směs **vody a rozdrčených kávových zrn**.

Směs vody a oleje je směs **heterogenní** a označujeme jí jako **emulzi**. Složky z této směsi oddělíme **usazováním** pomocí **dělicí nálevky**.

Příkladem **homogenní** směsi, kterou nelze filtračí rozdělit, je směs **vody a soli** nebo **vody a modré skalice**. Takové složky můžeme oddělit **krystalizací**.

[jeden bod za každý správně přiřazený pojem, 11]

2) Popiš obrázek znázorňující aparaturu na filtračí.



Obr. X: Filtrační aparatura
(Volmutová et al., 2013c).

[jeden bod za každý správně uvedený pojem, 6]

3) Navrhni a stručně popiš, jak bys oddělil/a následující složky ze směsi? Uveď název použité separační metody.

směs	Tvůj návrh rozdělení:	Název separační metody, kterou jsi použil/a:
voda a křída	<i>Např. Směs naliju do kádinky (skleničky), sestavím si aparaturu na filtraci a přefiltruji. Na filtračním papíře zůstane křída, voda proteče do připravené nádoby.</i>	<i>filtrace</i>
olej a voda	<i>Např. Směs přeliji do dělicí nálevky, nechám usadit a pomocí ventilu odpustím spodní fázi, což je voda.</i>	<i>usazování</i>
kuchyňská sůl rozpuštěná ve vodě	<i>Např. Vodu s rozpuštěnou solí nechám krystalizovat. Voda se odpaří a na misce zůstane vykrystalizovaná sůl.</i>	<i>krystalizace</i>
pepř ve vodě	<i>Např. Směs naliju do kádinky (skleničky), sestavím si aparaturu na filtraci a přefiltruji. Na filtračním papíře zůstane pepř, voda proteče do připravené nádoby.</i>	<i>filtrace</i>

Za stručný popis metody [8]. Za uvedení názvu metody [4].

4) Jak se nazývá chemické sklo znázorněné na obrázku níže? K oddělování kterých směsí bys ho použil/a?



dělící nálevka

2 nemísitelné kapaliny [lze uznat těž emulze, teoreticky těž heterogenní (různorodá) směs]

Obr. XI: Dělicí nálevka (Volmutová, 2013d).

[2]

Celkem bodů: 31

8.9 Úloha č. 3 (chemie): Kohoutí ocas (zadání pro badatelsky vedenou laboratorní výuku)

Ve 3. laboratorním cvičení z chemie byl použit pracovní list „Kohoutí ocas“ z materiálů určených pro výuku předmětu chemie pro 2. stupeň základních škol, projekt „Věda není žádná věda – Žákovský pokus jako východisko pro výuku přírodních věd ve školách.“

Vyučující postupovala podle metodických pokynů pro učitele.

Materiály jsou volně dostupné na: <http://www.vedaneniveda.cz/vyukove-materialy-pro/2-stupen-zakladnich-skol/chemie>

<p>Jméno: _____ Datum: _____</p> <h3>Kohoutí ocas – výsledky</h3> <p>Výsledky: V následujících větách vykrtněte z nabízené dvojice slov to nepravdivé.</p> <ul style="list-style-type: none">• Záleží/nezáleží na pořadí, v jakém nabíráme kapaliny, výsledek je/není stejný.• Červená/modrá kapalina zůstává vždy v brčku nahoře.• Modrá/červená kapalina zůstává v brčku vždy dole.• Kapaliny 1–4 mají stejná/různá vlastnosti, před obarvením byly tedy různé/stejně.• Zelená/modrá kapalina je „lehčí“ než bezbarvá.• Slovo koktejľ pochází z anglických slov pro kohouta/kapalinu a pro brčko /ocas.• V brčku se nedají/dají vytvořit čtyři hladiny, pokud je nabíráme ve správném pořadí. <p>Závěr:</p> <p>1) Vypočetovali jsme, že stejné objemy kapalin 1–4 se liší svou _____.</p> <p>2) Kapaliny navrstvené v pořadí od _____ do _____ se navzájem nemísí (jednotlivé proužky zůstávají dobře viditelné), zatímco kapaliny navrstvené v obráceném pořadí tj. od _____ do _____ se navzájem slíjí do jediného barevného proužku, protože _____.</p> <p>3) Pro přípravu vícebarevného koktejľu proto doporučuji:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>VĚDA není ŽÁDNÁ VĚDA Žákovský pokus jako východisko pro výuku přírodních věd ve školách</p> <p>Výukové materiály</p> <h3>Název: Kohoutí ocas</h3> <p>Téma: Různé koncentrované roztoky a jejich vlastnosti</p> <p>Úroveň: ŽŠ</p> <p>Tematický celek: vlastnosti látek kolem nás</p> <p>Předmět (obor): Přírodověda/ chemie</p> <p>Doporučený věk žáků: 5.–7. třída ŽŠ</p> <p>Doba trvání: 2 souvislé vyučovací hodiny – laboratorní práce</p> <p>Specifický cíl: motivovat žáky k naplňování a realizaci badatelské činnosti</p> <p>Seznam potřebného materiálu:</p> <p>Pro učitele: 1 kg kuchyňské soli, cca 4 l nádoba (hrnec), voda, 4 čisté PET lahve, 3 potravinářské barvy, 4 číré a bezbarvé sklenice, 2 číré užíš skleničky, 2 kapátka</p> <p>Pro každou žákovskou skupinu: 4 kalíšky (např. kelímky od jogurtu), brčka na pití (nejlépe bezbarvá) jeden větší kelímek, několik papírových utěrek</p> <p>Seznam praktických (badatelských) aktivit:</p> <p>Porovnání hustoty a viskozity různých slaných roztoků, zhodnocení výsledků</p>
---	--

Obrázek XII: Ukázka z pracovního listu a metodického pokynu pro učitele (Volmutová et al., 2013f).

8.10 Úloha č. 3 (chemie): Kohoutí ocas (upravené zadání pro tradičně vedenou laboratorní výuku)

Laboratorní práce č. 3

Příjmení, třída, datum

Téma: Různě koncentrované roztoky a jejich vlastnosti

Pomůcky: 3 kádinky, průhledná brčka na pití/plastová kapátka/úzké pipety, několik papírových utěrek, nasycený roztok kuchyňské soli ve vodě (28% roztok), potravinářská barviva (pro docílení rozdílného zabarvení roztoků).

Postup a pozorování:

- Učitel připraví 3 zásobní roztoky:
 - červený roztok (č. 1): nasycený roztok kuchyňské soli obarvený červeným potravinářským barvivem (28% roztok – 39 g soli rozpuštěné ve 100 g vody).
Poznámka: $39/(100 + 39) = 0,28$. Po vynásobení stem získáme 28 %.
 - čirý roztok (č. 2): 1 objemový díl nasyceného roztoku kuchyňské soli a 1 objemový díl vody
 - modrý roztok (č. 3): voda obarvená modrým potravinářským barvivem
- Tyto roztoky si odlijte do kádinek (do každé kádinky jiný roztok).
- Pomocí kapátka/pipety/brčka naberte vzorek vody (č. 3) a poté k němu přidejte vzorek nasycené soli (č. 1). Svá pozorování zaznamenejte do tabulky níže.
Poznámka: Dbejte na to, aby se vám první vzorek nevytil do zásobního roztoku (kádinky) při nabírání druhého. Ponořte proto brčko s prvním vzorkem cca 2 cm do další kapaliny a teprve potom uvolněte prst, aby mohla kapalina natéci dovnitř. Před vytažením brčka z kalíšku brčko opět prstem pevně uzavřete. U kapátka či pipety zabraňte nasátí vzduchu, který by mohl způsobit promíchání.
- Postupujte opět podle pokynů v bodě 3. Pořadí vzorků dodržujte podle 1. sloupce tabulky uvedené níže. Do tabulky též zaznamenejte svá pozorování.

Vzorek č.	Popiš barvy v brčku/pipetě/kapátku (barvy zapisuj v pořadí od horní vrstvy po spodní vrstvu)	Došlo ke smíšení roztoků? ano/ne
3 poté 1		
1 poté 3		
2 poté 1		
1 poté 2		
1 – 2 – 3		
3 – 2 – 1		

Další tvé kombinace:		
----------------------	--	--

Poznátky: v následujících větách škrtněte z nabízené dvojice slov to nepravdivé.

- *Záleží/nezáleží* na pořadí, v jakém nabíráme kapaliny, výsledek *je/není* stejný.
- *Červená/modrá* kapalina zůstává vždy v brčku nahoře (v případě, že se roztoky nepromíchají).
- *Modrá/červená* kapalina zůstává v brčku vždy dole (v případě, že se roztoky nepromíchají).
- *Červená/modrá* kapalina má nižší hustotu než bezbarvá.
- V brčku se *nedají/dají* vytvořit tři hladiny, pokud je nabíráme ve správném pořadí.

Závěr:

- 1) Vypozorovali jsme, že stejné objemy kapalin 1–3 se liší svou
i
- 2) Hustota (na rozdíl od hmotnosti) kapaliny *závisí/nezávisí* na jejím objemu.
- 3) Kapaliny navrstvené v pořadí od ... do ... se navzájem nemísí (jednotlivé proužky zůstávají dobře viditelné), zatímco kapaliny navrstvené v obráceném pořadí tj. od ... do ... se navzájem slíjí do jediné barvy, protože.....

Úloha č. 3 (Kohoutí ocas) – ŘEŠENÍ

Vzorek č.	Popiš barvy v brčku/pipetě/kapátku (barvy zapisuj v pořadí od horní vrstvy po spodní vrstvu)	Došlo ke smíšení roztoků? ano/ne
3 poté 1	<i>modrá, červená</i>	<i>ne</i>
1 poté 3	<i>červená, modrá</i>	<i>ano</i>
2 poté 1	<i>čirá, červená</i>	<i>ne</i>
1 poté 2	<i>červená, čirá</i>	<i>ano</i>
1 – 2 – 3	<i>červená, čirá, modrá</i>	<i>ne</i>
3 – 2 – 1	<i>modrá, čirá, červená</i>	<i>ano</i>
Další tvé kombinace: 2 poté 3 3 poté 2	<i>čirá, modrá</i> <i>modrá, čirá</i>	<i>ne</i> <i>ano</i>

Poznátky: v následujících větách škrtněte z nabízené dvojice slov to nepravdivé.

- *Záleží/nezáleží* na pořadí, v jakém nabíráme kapaliny, výsledek *je/není* stejný.
- *Červená/modrá* kapalina zůstává vždy v brčku nahoře (v případě, že se roztoky nepromíchají).
- *Modrá/červená* kapalina zůstává v brčku vždy dole (v případě, že se roztoky nepromíchají).
- *Červená/modrá* kapalina má nižší hustotu než bezbarvá.
- V brčku se *nedají/dají* vytvořit tři hladiny, pokud je nabíráme ve správném pořadí.

Závěr:

- 1) Vypozorovali jsme, že stejné objemy kapalin 1–3 se liší svou *hustotou i hmotností*.
- 2) Hustota (na rozdíl od hmotnosti) kapaliny *závisí/nezávisí* na jejím objemu.
- 3) *Kapaliny navrstvené v pořadí od 1. do 3. se navzájem nemísí (jednotlivé proužky zůstávají dobře viditelné), zatímco kapaliny navrstvené v obráceném pořadí tj. od 3. do 1. se navzájem slijí do jediné barvy, protože červený roztok má větší hustotu než čirý a modrý roztok, takže po nasátí do brčka se začne promíchávat s ostatními roztoky.*

8.11 Didaktický test k úloze č. 3 (chemie)

TEST KOHOUTÍ OCAS

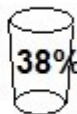
Jméno a příjmení:

Třída:

Datum:

Škola:

1) Podle množství rozpuštěné látky v roztoku rozlišujeme zředěnější a koncentrovanější roztoky. Srovněj roztoky od nejméně zředěného (1) po nejméně koncentrovaný (5). Číslo napiš pod skleničku s roztokem:



..... [/1]

2) v následujících větách vyškrtni z nabízené dvojice slov to nepravdivé.

- 1 litr 10% roztoku NaCl je těžší/lehčí než 1 litr 20% roztoku NaCl.
- Různě koncentrované roztoky téže soli mají *stejnou/různou* hustotu.
- Hustota roztoku *závisí/nezávisí* na jeho množství.
- Hmotnost roztoku *závisí/nezávisí* na jeho množství.
- Pokud bychom zvažili stejné objemy různě koncentrovaných roztoků, získáme *stejnou/odlišnou* hmotnost.

[/5]

3) Představ si, že jsi barman a máš připravit pro své hosty barevný koktejl. Máš k tomu použít tři ingredience, které se liší barvou (červená, žlutá a modrá) a též hustotou, s tím, že červená ingredience má největší hustotu, modrá pak nejmenší. v jakém pořadí budeš ingredience nalévat do skleničky, aby se ti nepomíchaly?

První ingredience: Druhá: Poslední: [/1]



Výsledek tvého koktejlu namaluj: [/1]

4) Podle které vlastnosti budeš určovat pořadí ingrediencí?

[/2]

TEST KOHOUTÍ OCAS – ŘEŠENÍ

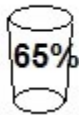
1) Podle množství rozpuštěné látky v roztoku rozlišujeme zředěnější a koncentrovanější roztoky. Srovnaj roztoky od nejméně zředěného (1) po nejméně koncentrovaný (5). Čísla napiš pod skleničky s roztokem:



1.



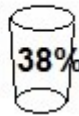
3.



4.



5.



2.

[1]

2) v následujících větách vyškrtněte z nabízené dvojice slov to nepravdivé.

- 1 litr 10% roztoku NaCl je ~~těžší~~/lehčí než 1 litr 20% roztoku NaCl.
- Různě koncentrované roztoky téže soli mají ~~stejnou~~/různou hustotu.
- Hustota roztoku ~~závisí~~/nezávisí na jeho množství.
- Hmotnost roztoku ~~závisí~~/nezávisí na jeho množství.
- Pokud bychom zvážili stejné objemy různě koncentrovaných roztoků, získáme ~~stejnou~~/odlišnou hmotnost.

[5]

3) Představ si, že jsi barman a máš připravit pro své hosty barevný koktejl. Máš k tomu použít tři ingredience, které se liší barvou (červená, žlutá a modrá) a též hustotou, s tím, že červená ingredience má největší hustotu, modrá pak nejmenší. v jakém pořadí budeš ingredience nalévat do skleničky, aby se ti nepomíchaly?

První ingredience: **červená**

Druhá: **žlutá**

Poslední: **modrá**

[1]



Výsledek tvého koktejlu namaluj:

[1]

4) Podle které vlastnosti budeš určovat pořadí ingrediencí?

Podle hustoty ingrediencí

[/2]

Celkem bodů: 10

8.12 Úloha č. 4 (chemie): Konstrukce hasicího přístroje (zadání pro badatelsky vedenou laboratorní výuku)

Ve 4. laboratorním cvičení z chemie byl použit pracovní list „Konstrukce hasicího přístroje“ z materiálů určených pro výuku předmětu chemie pro 2. stupeň základních škol, projekt „Věda není žádná věda – Žákovský pokus jako východisko pro výuku přírodních věd ve školách.“

Vyučující postupovala podle metodických pokynů pro učitele.

Materiály jsou volně dostupné na: <http://www.vedaneniveda.cz/vyukove-materialy-pro/stredni-skoly/chemie>

AKTIVITA: Konstrukce hasicího přístroje	
Jména:	Datum:
Třída:	
Předlaboratorní příprava	
1) Pozorujte demonstrační reakci, запиšte její chemickou rovnici a vyčíslete.	
2) Uveďte, v jakém poměru reagují výchozí látky. (Napište také, o jaký poměr se jedná – poměr hmotností, látkového množství, objemů, ...)	
Laboratorní protokol	
Na základě pozorované reakce se pokuste sestavit hasicí přístroj.	
Vytvořte postup pro konstrukci hasicího přístroje a váš hasicí přístroj otestujte. Přístroj by měl splňovat následující podmínky:	
<ul style="list-style-type: none">○ Měl by být co nejefektivnější (zaměřte se i na poměry použitých chemikálií).○ Měl by se spustit v okamžiku, kdy bude potřeba, nikoliv náhodně.○ Jeho proud by měl být snadno usměrnitelný.○ Měl by obsahovat nálepku se základní charakteristikou.	
Úkol: Sestrojte hasicí přístroj.	
Pomůcky, které jste použili pro váš hasicí přístroj:	
Chemikálie:	

VĚDA není žádná VĚDA <small>Zákovský pokus jako východisko pro výuku přírodních věd ve školách</small>	
<i>Výukové materiály</i>	
Název: Konstrukce hasicího přístroje	
Téma: Organické plyny	
Úroveň: střední škola	
Tematický celek: Látky a jejich přeměny, makrosvět přírody	
Předmět (obor): chemie	
Doporučený věk žáků: 15–17 let	
Doba trvání: 2 vyučovací hodiny	
Specifický cíl: aplikace teoretických znalostí a logického myšlení při sestrojování funkčního hasicího přístroje	
Seznam potřebného materiálu:	
Demonstrační experiment 1:	
Chemikálie: práškový zinek, dusičnan amonný, chlorid amonný, voda	
Pomůcky: třecí miska s tloučkem, velká nehořlavá podložka, pipeta, ocelová miska, váhy	
Demonstrační experiment 2:	
Chemikálie: manganistan draselný, koncentrovaná kyselina sírová	
Pomůcky: pinzeta, lžička, čtverečky buničiny, tyčinka, hodinové sklo, kádinka, kapátko (pipeta)	
Demonstrační experiment 3:	
Chemikálie: hydrogenuhličitán sodný, kyselina octová	
Pomůcky: zkumavka, lžička, pipeta	
Badatelská činnost – konstrukce hasicího přístroje:	
Chemikálie: kyselina octová (kuchyňský ocet), hydrogenuhličitán sodný (kypřící prášek), jar, voda	
Pomůcky: PET lahve (1,5; 0,5l), zkumavky, lepicí pásky, brčka, hadice (čím více materiálu, tím lépe)	

Obrázek XIII: Ukázka z pracovního listu a metodického pokynu pro učitele (Volmutová et al., 2013g).

8.13 Úloha č. 4 (chemie): Konstrukce hasicího přístroje (upravené zadání pro tradičně vedenou laboratorní výuku)

Laboratorní práce č. 4

příjmení, třída, datum

Úkol: Konstrukce hasicího přístroje

Chemikálie: kyselina octová CH₃COOH (50%), kuchyňský ocet, hydrogenuhličitan sodný NaHCO₃ (kypřící prášek), jar

Pomůcky: PET lahve (1,5l; 0,5l), zkumavky, lepicí pásky, brčka, hadice

Postup:

- 1) Do víčka opatrně nůžkami vyvrtáme otvor a zasuneme hadici.
- 2) Do 1,5 l PET lahve umístíme 8 g hydrogenuhličitanu sodného rozpuštěného ve 300 ml vody, pro vyšší pění přikápneme trochu jaru, poté opatrně zasuneme na drátku přivázanou zkumavku naplněnou zředěnou kyselinou octovou (cca 5 cm výšky zkumavky) tak, aby se oba roztoky nedostaly do kontaktu.
- 3) Víčko s hadicí zašroubujeme, čímž je hasicí přístroj připraven. Prudkým trhnutím s hasicím přístrojem převrháme uvnitř umístěnou zkumavku s kyselinou octovou, rychle promícháme a spustíme tak reakci.
- 4) Začne vznikat mohutná pěna, kterou hadicí směřujeme do výlevky.
- 5) Při reakci kyseliny octové s hydrogenuhličitanem sodným se uvolňuje oxid uhličitý, který probublává roztokem a tvoří pěnu. Ta slouží jako hasicí látka. Reakce probíhá podle chemické rovnice:



Obr. XIV: Zkonstruovaný hasicí přístroj (Upraveno podle: Volmutová et al., 2013h).

Závěr: 1) Co jsme daným experimentem zjistili?

.....
.....

2) K hašení kterých látek můžeš použít tento hasicí přístroj a jak se nazývá hasicí látka?

3) Které hasicí přístroje si z kartiček pamatuješ? Napiš minimálně tři:

.....

Úloha č. 4 (Konstrukce hasicího přístroje) – ŘEŠENÍ

Závěr: 1) Co jsme daným experimentem zjistili:

Sestrojili jsme hasicí přístroj, ve kterém chemickou reakcí vzniká pěna. Ta je hasicí látkou. Je důležité, aby se pěny vytvořil dostatek.

2) K hašení kterých látek můžeš použít tento hasicí přístroj a jak se nazývá hasicí látka?

Kapalin, plynů, nikdy k hašení lehkých kovů a prachu.

Hasicí látka – pěna (voda a oxid uhličitý)

3) Které hasicí přístroje si z kartiček pamatuješ? Napiš minimálně tři:

vodní, pěnový, práškový, sněhový, halonový

8.14 Didaktický test k úloze č. 4 (chemie)

TEST KONSTRUKCE HASICÍHO PŘÍSTROJE

Jméno a příjmení: Třída:

Datum: Škola:

1) Navrhni, jak by sis vyrobil hasicí přístroj. Uveď potřebné pomůcky, materiály a postup práce. Napiš, co bude v tvém návrhu hasicí látkou a co s ní můžeš/nesmíš hasit. [/5]

Pomůcky a materiály (popř. chemikálie):

.....

.....

Postup práce:

.....

.....

.....

.....

Hasicí látka:

Co bys s ní mohl uhasit (jeden příklad)?

Co s ní nesmíš hasit (jeden příklad)?

2) Které typy hasicích přístrojů jsou na chodbách školy a v učebně chemie? [/1]

.....

3) Kterou hasicí látku obsahují tyto hasicí přístroje? [/1]

.....

4) Jaká je výhoda použití těchto hasicích přístrojů? [/1]

.....

5) Jaká je nevýhoda použití těchto hasicích přístrojů? [/1]

.....

6) Uveď číslo tísňového volání na Hasičský záchranný sbor ČR: [/1]

TEST KONSTRUKCE HASICÍHO PŘÍSTROJE – ŘEŠENÍ

1) Navrhni, jak by sis vyrobil hasicí přístroj. Uveď potřebné pomůcky, materiály a postup práce. Napiš, co bude v tvém návrhu hasicí látkou a co s ní můžeš/nesmíš hasit. [5]

Pomůcky a materiály (popř. chemikálie): *např. kyselina octová (nebo ocet), kypřící prášek (jedlá soda), jar, PET lahev, zkumavka, lepicí páska, hadice, drátek*

Postup práce: *Do 1,5 l PET lahve umístíme cca 8 g hydrogenuhličitanu sodného rozpuštěného v cca 300 ml vody, přikápneme trochu jaru, poté opatrně do PET lahve zasuneme na drátku přivázanou zkumavku naplněnou kyselinou octovou tak, aby se oba roztoky nedostaly do kontaktu. PET lahev zašroubujeme víčkem, do kterého je umístěna hadice. Prudkým trhnutím s hasicím přístrojem převrháme uvnitř umístěnou zkumavku s kyselinou octovou, rychle promícháme a spustíme tak reakci. Při reakci kyseliny octové s hydrogenuhličitanem sodným se uvolňuje oxid uhličitý, který probublává roztokem a tvoří pěnu. Ta slouží jako hasicí látka.*

Hasicí látka: *pěna (voda a oxid uhličitý)*

Co bys s ní mohl uhasit (jeden příklad)? *např. hořící papír*

Co s ní nesmíš hasit (jeden příklad)? *např. elektrické přístroje*

2) Které typy hasicích přístrojů jsou na chodbách školy a v učebně chemie? [1]

práškový

3) Kterou hasicí látku obsahují tyto hasicí přístroje? [1]

Speciální nebo univerzální jemný prášek, hnaný plynem

4) Jaká je výhoda použití těchto hasicích přístrojů? [1]

Lze použít pro objekty pod proudem, hasivo je nevodivé

5) Jaká je nevýhoda použití těchto hasicích přístrojů? [1]

Nevhodné pro použití v místech, kde jsou přístroje citlivé na prach. Také se po uhašení požáru těžko odstraňuje.

6) Uveď číslo tísňového volání na Hasičský záchranný sbor ČR: **150** [1]

Celkem bodů: 10

8.15 Úloha č. 1 (přírodopis): Pokryv těla savců (zadání pro tradičně vedenou laboratorní výuku)

Laboratorní práce č. 1

příjmení, třída, datum

Téma: Pozorování stavby těla savců

Pomůcky: Mikroskop, potřeby pro mikroskopování, chlupy savců (podsada a pesíky), například psa, kočky, králíka nebo morčete.

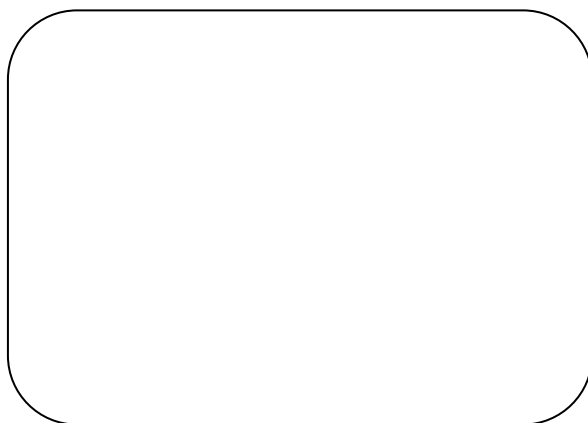
1) Úkol: Pozorování chlupů savců

Připrav preparáty z chlupů různých druhů savců, prohlédni si je pod mikroskopem a zakresli. Rozliš podsadu a pesíky.

1a) vzorek srsti je z:

zvětšení:

zvětšení:



podsada



pesíky

1b) vzorek srsti je z:

zvětšení:

zvětšení:

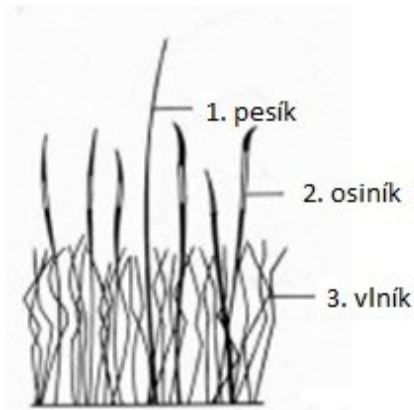


podsada



pesíky

1c) Podle obrázku uvedeného níže rozhodni, zda jsou osiník a vlník součástí podsady:



Své rozhodnutí zdůvodni:

.....

.....

.....

Obr. XV: Stavba srsti psa. (Irová, 2015)

1d) Jak se liší podsada a pesíky různých druhů savců?

.....

.....

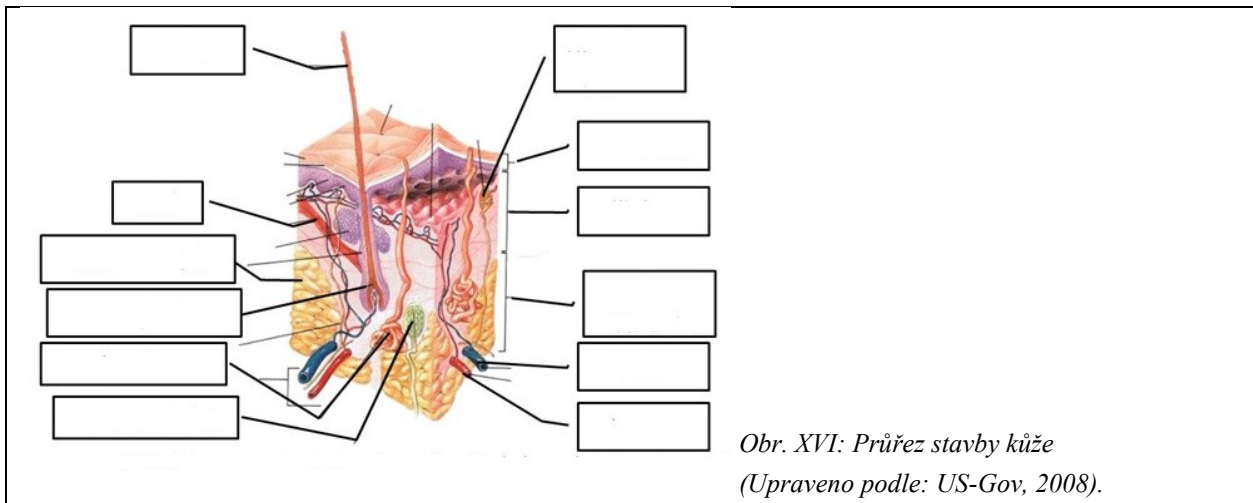
1e) Vysvětli funkci podsady a pesíků:

.....

.....

2) Úkol

2a) Na obrázku níže doplň správné pojmy.



Obr. XVI: Průřez stavby kůže
(Upraveno podle: US-Gov, 2008).

2b) V které vrstvě kůže se zakládají chlupové cibulky?

.....

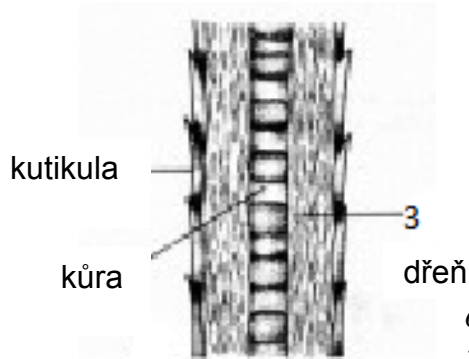
2c) Za zbarvení chlupů je zodpovědný pigment melanin. V jaké části kůže se nachází a před čím kůži savců chrání?

.....

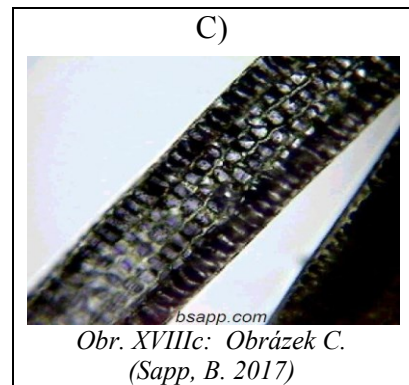
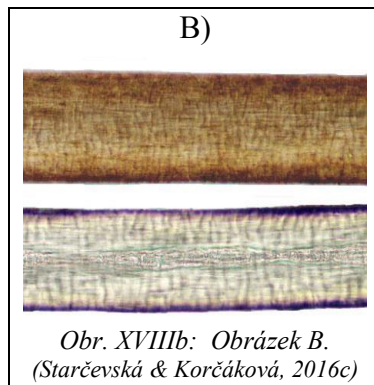
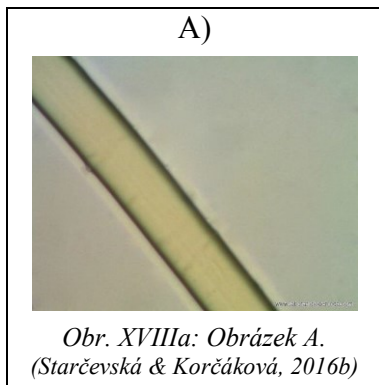
.....

3) Úkol

3a) K obrázkům A, B, C přiřaď jednu z nabídek 1, 2, nebo 3, jestliže víš, že chlup obsahující neživé buňky s vysokým obsahem rohoviny keratinu má 3 části: šupinkovitou kutikulu, kůru z pokožkových buněk a dřeň (viz obrázek uvedený níže).



Obr. XVII: Průřez chlupem (Starčevská & Korčáková, 2016a).



1) Chlup králíka

2) Umělé vlákno

3) Lidský vlas

1)

2)

3)

3b) Porovnej kutikulu a dřeň u 3 vzorků (A, B, C) z třetího úkolu:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

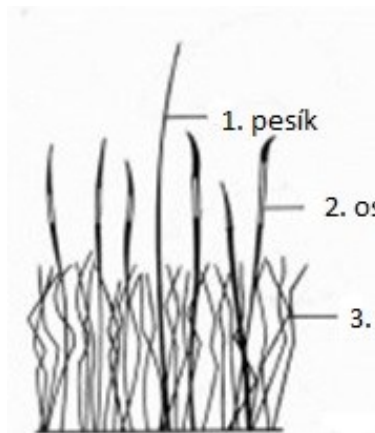
.....

.....

.....

Úloha č. 1 (Pokryv těla savců) – ŘEŠENÍ

1c) Podle obrázku uvedeného níže rozhodni, zda jsou osiník a vlník součástí podsady: **ano**



Své rozhodnutí zdůvodni:

Osiníky a vlníky jsou součástí podsady, mají termoregulační funkci. Jsou kratší a jemnější než pesíky.

Obr. XVIII: Stavba srsti psa (Irová, 2015).

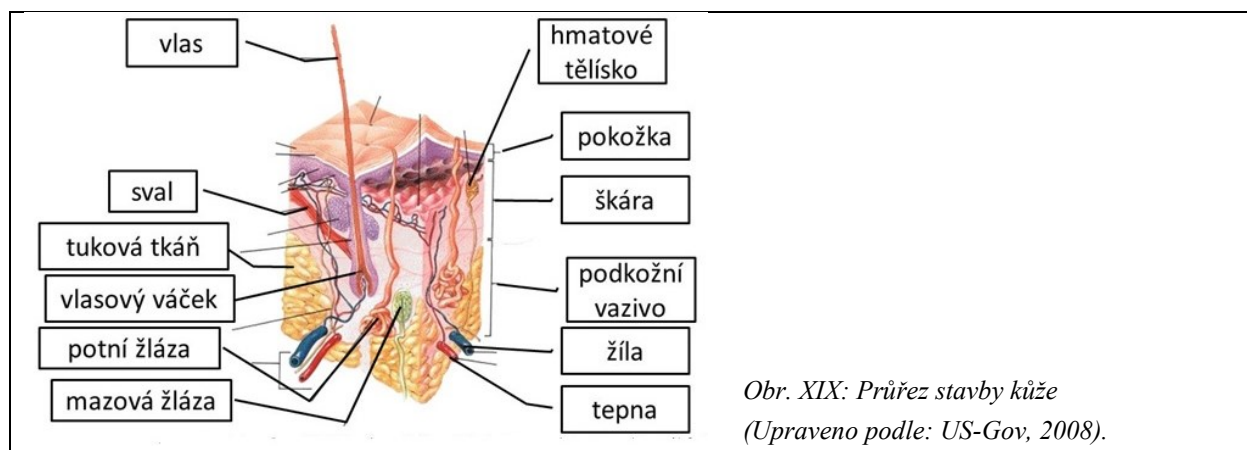
1d) Jak se liší podsada a pesíky různých druhů savců?

Pesík je rovný, hrubý a dlouhý chlup. Je delší než podsada. Obsahuje pigment melanin. Ten určuje zbarvení srsti živočichů. Podsada je jemná a hustá.

1e) Vysvětli funkci podsady a pesíků:

Pesíky – chrání živočichy před vodou, vlhkem a UV zářením. Podsada má termoregulační funkci. V létě chrání živočichy před horkem a v zimě před zimou.

2a) Na obrázku níže doplň správné pojmy.



Obr. XIX: Průřez stavby kůže (Upraveno podle: US-Gov, 2008).

2b) V které vrstvě kůže se zakládají chlupové cibulky?

Ve škáře

2c) Za zbarvení chlupů je zodpovědný pigment melanin. V jaké části kůže se nachází a před čím kůži savců chrání?

Melanin se nachází v pokožce savců, chrání je proti UV záření a proti světlu.

3a) K obrázkům A, B, C přiřaď jednu z nabídek 1, 2, nebo 3, jestliže víš, že chlup obsahující neživé buňky s vysokým obsahem rohoviny keratinu má 3 části: šupinkovitou kutikulu, kůru z pokožkových buněk a dřeň (viz obrázek uvedený níže).

1) **C (chlup králíka)** 2) **A (umělé vlákno)** 3) **B (lidský vlas)**

3b) Porovnej kutikulu a dřeň u 3 vzorků (A, B, C) z třetího úkolu:

Umělé vlákno – nemá kutikulu ani dřeň.

Lidský vlas

Kutikula: je na povrchu vlasu, chrání ho před vnějšími vlivy a před mechanickým poškozením.

Dřeň: je ve střední vrstvě vlasu, má vyživovací funkci, obsahuje pigment a keratin. U člověka je jednodušší a slabší. Pod mikroskopem bychom ji prosvítili.

Králíčí chlup

Kutikula: je také na povrchu.

Dřeň: má dřeňový kanálek naplněný vzduchem, je mnohem silnější než u člověka, pod mikroskopem bychom ji neprosvítili.

8.16 Didaktický test k úloze č. 1 (přírodopis)

TEST POKRYV TĚLA SAVCŮ

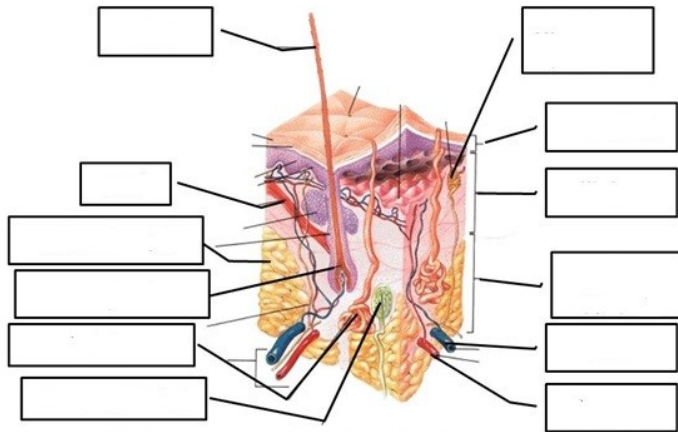
Jméno a příjmení:

Třída:

Datum:

Škola:

1) Popiš obrázek znázorňující stavbu kůže:



Obr. XX: Průřez stavby kůže
(Upraveno podle: US-Gov, 2008).

[/ 6]

2) Vyber, která tvrzení jsou správná:

Ve škáře se zakládají chlupové cibulky.	ANO / NE
Vlastní chlup je tvořen živými buňkami s vysokým obsahem rohoviny (keratinu).	ANO / NE
Uvnitř chlupu je kanálek vyplněný dřeví, která není obalena kůrou.	ANO / NE
Na zbarvení chlupu se nepodílí pigment melanin.	ANO / NE
Pigment melanin chrání kůži před UV zářením.	ANO / NE

[/ 5]

3) Napiš alespoň 2 funkce srsti u psa:

a)

b)

[/ 2]

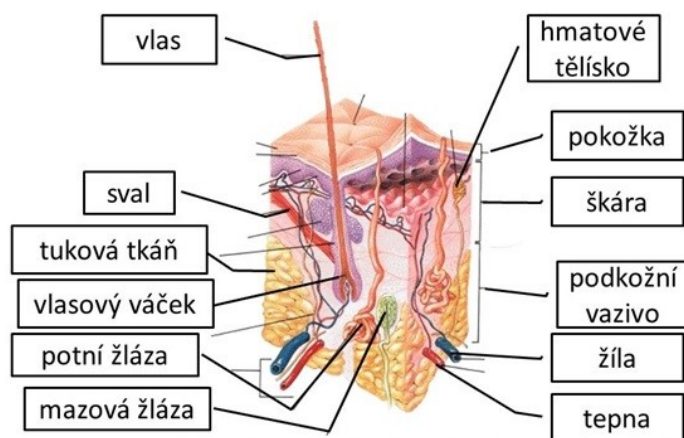
4) Zakroužkuj, které vitamíny mají vliv na kvalitu srsti?

A B C D E K H

[/ 2]

TEST POKRYV TĚLA SAVCŮ – ŘEŠENÍ

1) Popiš obrázek znázorňující stavbu kůže:



Obr. XXI: Průřez stavby kůže
(Upraveno podle: US-Gov, 2008).

[6]

2) Vyberte, která tvrzení jsou správná:

Ve škáře se zakládají chlupové cibulky.	ANO / NE
Vlastní chlup je tvořen živými buňkami s vysokým obsahem rohoviny (keratinu).	ANO / NE
Uvnitř chlupu je kanálek vyplněný dřeví, která není obalena kůrou.	ANO / NE
Na zbarvení chlupu se nepodílí pigment melanin.	ANO / NE
Pigment melanin chrání kůži před UV zářením.	ANO / NE

[5]

3) Napiš alespoň 2 funkce srsti u psa:

a) ovlivňuje termoregulaci psa

b) chrání před vnějším prostředím (chemickým a fyzikálním poškozením kůže)

[2]

4) Zakroužkuj, které vitamíny mají vliv na kvalitu srsti?

A **B** C D **E** K H

[2]

Celkem bodů: 15


8.17 Úloha č. 2 (přírodopis): Zimní spánek savců (zadání pro badatelsky vedenou laboratorní činnost)

Ve druhém laboratorním cvičení z přírodopisu byl použit pracovní list „Zimní spánek“ z materiálů určených pro výuku předmětu přírodopis pro 2. stupeň základních škol, projekt „Věda není žádná věda – Žákovský pokus jako východisko pro výuku přírodních věd ve školách.“

Vyučující postupovala podle metodických pokynů pro učitele.

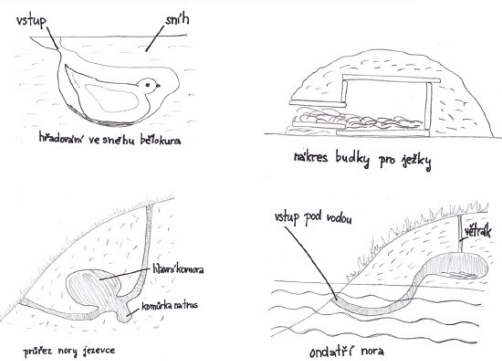
Materiály jsou volně dostupné na: <http://www.vedaneniveda.cz/vyukove-materialy-pro/2-stupen-zakladnich-skol/prirodopis>

Obrázky pro náhodné rozdělení do skupin



Motivační obrázky

Několik tematických obrázků, které může učitel využít v předlaboratorní přípravě.



VĚDA není žádná VĚDA

Žákovský pokus jako východisko pro výuku přírodních věd ve školách

Výukové materiály

Název: Zimní spánek

Téma: Energetické nároky lidí a zvířat během zimního období

RVP: Člověk a příroda – přírodopis – základy ekologie – ochrana přírody a životního prostředí, organismy a prostředí

Úroveň: 2. stupeň ZŠ

Tematický celek: Tradiční a nové způsoby využití energie

Předmět: přírodopis

Doporučený věk žáků: 6.–9. třída ZŠ

Doba trvání: 2 vyučovací hodiny (spojené bez přestávek) v zimním období

Specifický cíl: pomocí vlastního experimentu vytvořit zvířecí noru a zateplit ji přírodními materiály; změřit a porovnat teplotu venkovní a teplotu v noře; vyvodit závěry o strategii přežití zimního období

Seznam potřebného materiálu:

Pomůcky pro pokus: 0,3l PET láhev s víčkem do každé skupiny, teplá voda alespoň 35 °C, trychtyř, přírodní materiály (dřevo, zemina, písek, piliny, seno, peří, kůra apod.), lopata, případně rýč, lopatka a kbelík, vhodný teploměr do každé skupiny (min. –30 °C až +30 °C), lékárníčka

Učitel: obrázky pro rozdělení do skupin, motivační texty 1–5, pracovní list pro každého žáka

Žáci: psací potřeby, teplé oblečení

Prostředí pro pokus: venkovní prostředí v zimě (školní dvůr, zahrada apod.)

Praktické aktivity:

Vytvoření zimní zvířecí nory

Měření teploty vzduchu venku a v noře

Porovnání zateplení nor a energetických nároků organismů v zimě

Obrázek XXII: Ukázka z pracovního listu a metodického pokynu pro učitele (Volmutová et al., 2013i).

8.18 Úloha č. 2 (přírodopis): Zimní spánek savců (upravené zadání pro tradičně vedenou laboratorní výuku)

Laboratorní práce č. 2

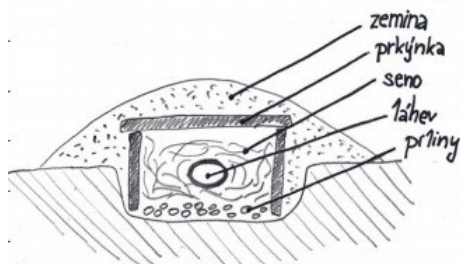
příjmení, třída, datum

Úkol: Zimní spánek

Pomůcky: 0,3l PET láhev s víčkem, voda teplá alespoň 35 °C, trychtýř, přírodní materiály (dřevo, zemina, písek, piliny, seno, peří, kůra apod.), lopata, případně rýč, lopatka a kbelík, vhodný teploměr do každé skupiny (rozsah alespoň -30 °C až +30 °C), lékárnička

Postup:

- 1) Nejprve si ve skupině pozorně přečtete připravené texty. Poté přejděte ven.
- 2) Vykopete do země prohlubeň asi 15 cm hlubokou, ze čtyř prkýnek postavte stěny a stříšku, vnitřek vystelte co nejvíce pilinami a senem. Celou stavbu pak zasypejte zeminou, udusejte a vstupní otvor nakonec ucpěte senem (viz obrázek níže).



Obr. XXIII: Stavba nory (Upraveno podle: Volmutová et al., 2013j).

- 3) Po dokončení stavby umístěte do nory PET láhev s teplou vodou a po 10 minutách změřte teplotu v noře a venkovní teplotu.

Naměřená venkovní teplota:

Naměřená teplota v postavené noře:

Závěr:

K jakým výsledkům jsi dospěl?

.....
.....

Stručně se pokus vysvětlit, proč tomu tak je.

.....
.....

Připravené texty (Volmutová et al., 2013):

Text 1. Organismy a teplota prostředí

Teplota prostředí je hlavním činitelem (faktorem), který ovlivňuje organismy po celý jejich život. Teplota je během jednotlivých ročních období proměnlivá, může kolísat mezi $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Někteří živočichové snesou velké teplotní změny, jiní potřebují teploty vyrovnané. Přežití v krajních (extrémních) teplotách vyžaduje mnoho energie na udržení tělesné teploty a živočichové se musí přizpůsobit, jinak hynou.



Organismy dělíme podle tělesné teploty do dvou skupin:

- živočichové s nestálou teplotou těla (exotermní) jsou například bezobratlí a z obratlovců ryby, obojživelníci a většina plazů. Rychle teplo přijímají ze svého okolí, ale rovněž je rychle ztrácejí. Teplota jejich těla kolísá s prostředím.
- živočichové se stálou teplotou těla (endotermní) jsou především ptáci a savci. Jsou schopni udržovat svoji tělesnou teplotu na stálé úrovni nezávisle na změnách teploty okolí.

Text 2. Odolnost proti chladu

Živočichové se s poklesem teploty vzduchu vyrovnávají různými způsoby. Udržení tělesné teploty je totiž energeticky velmi náročné. Obecně je snášenlivost (tolerance) k poklesu teploty v prostředí větší u živočichů s nestálou teplotou těla (exotermní).

Potřebnou energii pro udržení tělesné teploty v zimě lze získat zvýšeným příjmem potravy, což je ale právě v zimním období velmi náročné. Proti ztrátě tepla někteří živočichové bojují izolační vrstvou, jako je tuková vrstva, peří a srst.

Další taktikou (strategií) je shlukování jedinců za účelem vzájemně si pomoci teplo udržet, např. shlukování včel, ale i zahřívání mláďat u savců a ptáků. Jiní živočichové jsou schopni přes zimu klidového stádia.

Rovněž účinnou strategií je vyhýbání se nepříznivým podmínkám stěhováním do teplých krajín (migrace).



Text 3. Klidová stádia u živočichů

Klidová stádia živočichů jsou založena na snížení životních funkcí na minimum za účelem ušetřit co nejvíce energie. Klidový stav je odpovědí (reakcí) organismu na extrémní teplotní podmínky, kdy aktivní stav živočicha je již energeticky neúnosný. Přichází u každého živočišného druhu při jiné teplotě podle jeho přizpůsobení.

Pravý zimní spánek (hibernace) je proces, kdy dojde ke snížení rychlosti (frekvence) dýchání, tepu i nervové činnosti. Tělesná teplota organismu může klesnout až na 2–4 °C. Mezi tyto živočichy patří ježci, sytli, křečci, plši, svišti a někteří netopýři.

Nepravý zimní spánek se od pravého liší tím, že v jeho průběhu dochází k poklesu tělesné teploty pouze o několik stupňů a tělesná teplota většinou neklesne pod 30 °C. Takto přezimují například jezevci nebo medvědi.

zimní spánek medvěda



Text 4. Přípravy na zimu

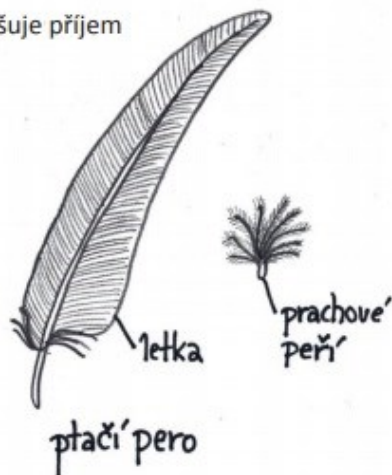
Na zimní období se různé organismy připravují různě, aby měly dostatek energie na celou zimu. U rostlin například mnohé druhy ukládají zásoby do podzemních hlíz, mnohé dřeviny shazují listy.

Zvířata se rovněž chystají různými způsoby. Většina savců jako srnec nebo liška na zimu mění srst na teplejší a hustší. U některých ptáků jako u kachny nebo čížka dochází k výměně peří (přepeření).

Další izolací proti chladu je tuk. Většina zvířat tedy na podzim zvyšuje příjem potravy a ukládají zásoby do tukové tkáně.

Zvířata si rovněž shromažďují potravu v jakýchsi spižárnách, jako například bobři, veverky nebo včely. Křeček je schopný si nashromáždit i 15 kg jídla.

Důležitý je pro zvířata i zimní příbytek. Mnozí vystačí s úkryty v porostu nebo s dutinami stromů. Jiní si staví nory jako jezevec nebo krtek.



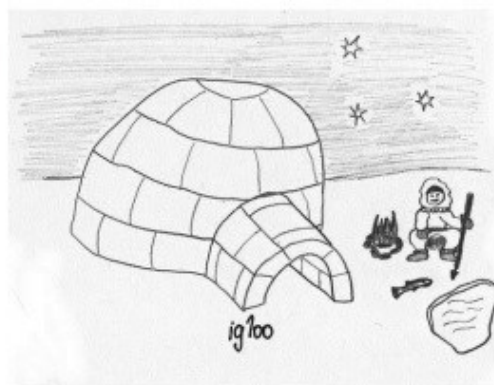
Text 5. Člověk a zimní období

Člověk si podobně jako jiná zvířata odjakživa chystal zásoby jídla na zimní období. U některých v tomto období stále převládá potřeba zvýšeného příjmu potravy a rovněž mohou být někteří více unavení.

Výrazným pomocníkem člověku byl a je oheň. Od pradávna s jeho pomocí člověk vyhříval své přibytky. Domy postupně stavěl stále dokonalejší, kde se teplo lépe udrželo.

Protože člověk nemá jako jiní savci srst, začali si lidé vyrábět teplé oblečení. Nejprve využívali zvířecí kožešiny, později začali šít oblečení z látek.

V současné době má člověk díky obchodům k dispozici potraviny po celý rok a mnohdy s potravinami plýtvá a vyhazuje je. Domy staví velké a často velmi náročné na energii.



Obr. XXIV: Přípravné texty (Volmutová et al., 2013k).

Úloha č. 2 (Zimní spánek savců) – ŘEŠENÍ

Naměřená venkovní teplota: 3 °C

Naměřená teplota v postavené noře: 21 °C

Závěr:

K jakým výsledkům jsi dospěl?

PET lahev s teplou vodou (místo živého živočicha) krásně své obydlí zahřála a byla tam o 18 °C vyšší teplota, než byla teplota venkovní.

Stručně se pokus vysvětlit, proč tomu tak je.

Živočich zimu přežije v dobře izolované noře. Ta byla vyplněná senem, pilinami, kůrou, slámou, jehličím, mechem a větvičkami. Udržela vyšší teplotu než venkovní.

8.19 Didaktický test k úloze č. 2 (přírodopis)

TEST ZIMNÍ SPÁNEK

Jméno a příjmení:

Třída:

Datum:

Škola:

1) Doplňte následující věty:

Živočichy s nestálou teplotou těla označujeme jako a patří mezi ně například (*uved' jeden příklad*)

Živočichy se stálou teplotou těla označujeme jako a patří mezi ně například (*uved' jeden příklad*).....

Pravý zimní spánek neboli je proces, kdy dojde ke snížení rychlosti dýchání, tepu i nervové činnosti. Tělesná teplota může klesnout až na 2 až 4 °C. Mezi živočichy s pravým zimním spánkem patří například (*uved' jeden příklad*) U nepravého zimního spánku neklesne teplota pod 30 °C. Takto přezimují například jezevci nebo medvědi.

Kteří savci si na zimu mění srst na teplejší a hustší? (*uved' jeden příklad*)

Kteří savci si na zimu ukládají zásoby do tukové tkáně nebo shromažďují potravu v jakýchsi spižárnách? (*uved' jeden příklad*)

Kde si mohou živočichové chystat zimní příbytek? Uved' alespoň jednoho živočicha a jeho úkryt:

..... -

[/5]

2) Představ si, že jsi křeček. Popiš nebo nakresli, jak by sis vytvořil noru vhodnou k přezimování (jaké přírodní materiály použiješ, na jakém místě noru vytvoříš a jak bude vypadat)?

.....
.....
.....
.....

[/4]

3) Jakým způsobem křeček v zimě přijímá potravu?

.....
.....
.....
.....

[/3]

4) Uveď jiný příklad živočicha, který si na zimu staví svoji noru. Jeho noru popiš nebo nakresli.

Živočich:

Nora:

.....
.....

[/4]

TEST ZIMNÍ SPÁNEK – ŘEŠENÍ

1) Doplňte následující věty:

Živočichy s nestálou teplotou těla označujeme jako *exotermní* a patří mezi ně například (uved' jeden příklad) *bezobratlí, ryby, obojživelníci a většina plazů*.

Živočichy se stálou teplotou těla označujeme jako *endotermní* a patří mezi ně například (uved' jeden příklad) *ptáci, savci*.

Pravý zimní spánek, neboli *hibernace*, je proces, kdy dojde ke snížení rychlosti dýchání, tepu i nervové činnosti. Tělesná teplota může klesnout až na 2 – 4 °C. Mezi živočichy s pravým zimním spánkem patří například (uved' jeden příklad) *ježci, sysli, plši, svišti, někteří netopýři*.

U nepravého zimního spánku neklesne teplota pod 30 °C. Takto přezimují například jezevci nebo medvědi.

Kteří savci si na zimu mění srst na teplejší a hustší? (uved' jeden příklad) *srnec, liška atd.*

Kteří savci si na zimu ukládají zásoby do tukové tkáně nebo shromažďují potravu v jakýchsi spižárnách? (uved' jeden příklad) *bobři, veverky, křečci*.

Kde si mohou živočichové chystat zimní příbytek? Uved' alespoň jednoho živočicha a jeho úkryt:

jezevec – nora

Půl bodu za každý správně doplněný pojem [5]

2) Představ si, že jsi křeček. Popiš nebo nakresli, jak by sis vytvořil noru vhodnou k přezimování (jaké přírodní materiály použiješ, na jakém místě noru vytvoříš a jak bude vypadat)?

Křeček – v říjnu si zaleze do podzemního hnízda vystlaného trávou, kde spí až do března. Má až dva a půl metru pod zemí "spižírnu" se zásobami zrní a plodů, které si přes léto nanosil v lícních torbách.

[4]

3) Jakým způsobem křeček v zimě přijímá potravu?

Křeček si dokáže přes léto nanosit do spižírny až 15 kg zrní. Několikrát za zimu se vzbudí a zajde si do své spiže na zrní nebo plody, které si nashromáždil.

[3]

4) Uveď jiný příklad živočicha, který si na zimu staví svoji noru. Jeho noru popiš nebo nakresli.

Živočich: *Bobr evropský – v zimě pouze omezuje svou činnost na dopravu dřeva z jezera do své nory, neupadá do zimního spánku.*

Nora: *Bobři si staví své "bobří hrady" na menších řekách a tyto hrady mohou vystupovat až 2 m nad hladinu. Pod vodou jsou dva vchody. Uprostřed je jedna komora sloužící k odpočinku, její podlaha je vždy nad hladinou a je vystlaná vegetací.*

Živočich: *Sysel obecný – netvoří si zásoby na zimu, má velkou zásobu tuku, díky němu může hibernovat od srpna do dubna.*

Nora: *Sysel si staví své nory asi 80 cm pod povrchem půdy, ústí chodeb ucpe hlínou a trávou. V jedné noře přezimuje celá kolonie.*

Živočich: *Ježek západní – hibernuje od října do konce března, energii čerpá ze svých tukových zásob.*

Nora: *Ježek si vystele suchým listím chráněné místo, stočí se do klubíčka a upadne do stavu strnulosti.*

Za uvedení živočicha 1 bod, za popis nory 3 body [4]

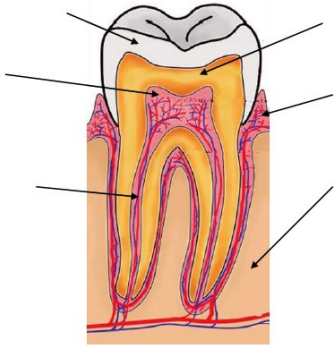
Celkem bodů: 16

8.20 Úloha č. 3 (přírodopis): Prevence zubního kazu (zadání pro badatelsky vedenou laboratorní výuku)

Ve třetím laboratorním cvičení z přírodopisu byl použit pracovní list „Prevence zubního kazu“ z materiálů určených pro výuku předmětu přírodopis pro 2. stupeň základních škol, projekt „Věda není žádná věda – Žákovský pokus jako východisko pro výuku přírodních věd ve školách.“

Vyučující postupovala podle metodických pokynů pro učitele.

Materiály jsou volně dostupné na: <http://www.vedaneniveda.cz/vyukove-materialy-pro/2-stupen-zakladnich-skol/prirodopis>

<p>Pracovní list č. 1 – Co je zubní kaz?</p> <p>1. Napiš ke každé šípce název dané části zuby.</p>  <p>2. Které z těchto částí zuby jsou porušovány zubním kazem?</p> <p>.....</p> <p>3. Popiš svými slovy, co znamená pojem ZUBNÍ PĹAK:</p> <p>.....</p> <p>4. Jak vzniká zubní kaz? Označ jednu správnou odpověď:</p> <ul style="list-style-type: none">a) bakterie rozežirají zubb) viry rozežirají zubc) bakterie produkují kyseliny, které rozežirají zubd) viry vytvářejí zubní plak, který rozežirá zub	<p>VĚDA není žádná VĚDA Žákovský pokus jako východisko pro výuku přírodních věd ve školách</p> <p>Výukové materiály</p> <h3>Název: Prevence zubního kazu</h3> <p>Téma: Zubní kaz, vznik a prevence RVP: Člověk a příroda – přírodopis – obecná biologie a genetika – bakterie Člověk a příroda – přírodopis – biologie člověka – anatomie a fyziologie trávicí soustavy Člověk a příroda – přírodopis – biologie člověka – příčiny, příznaky a prevence běžných nemocí Chemie – anorganické sloučeniny – kyselost a zásaditost roztoků</p> <p>Úroveň: 2. stupeň ZŠ</p> <p>Tematický celek: Vidět a poznat neviditelné</p> <p>Předmět: přírodopis</p> <p>Doporučený věk žáků: 7–9. třída ZŠ</p> <p>Doba trvání: 2 samostatné vyučovací hodiny (v jiné dny)</p> <p>Specifický cíl: popsat stavbu zuby a vysvětlit, jak se mění pH v ústech v průběhu dne; objasnit vznik zubního kazu; posoudit vliv různých nápojů na vznik zubního kazu; navrhnout preventivní zásady, jak předcházet vzniku zubního plaku a kazu</p> <p>Seznam potřebného materiálu:</p> <p>Pomůcky pro pokus: roztok čí tablety pro obarvení zubního plaku (minimálně 2 tablety), indikátorové proužky pH (4 pro každého žáka ve třídě), 15 kádínek, 15 kapátek</p> <p>Učitel: počítač pro učitele s připojením k internetu a propojený s projektořem, promítací plátno nebo interaktivní tabule, počítače žáků s připojením k internetu, fotografie zubního kazu v elektronické podobě, křížovka a dva druhy pracovních listů pro každého žáka, 2 rohličky</p> <p>Žáci: zubní kartáček a pasta anebo ústní voda anebo žvýkačka bez cukru, různé nápoje</p> <p>Prostředí pro pokus: první hodina počítačová učebna, druhá hodina učebna běžná</p> <p>Praktické aktivity:</p> <ul style="list-style-type: none">Vyhledávání požadovaných informací na internetuBarvení zubního plakuMěření pH různých roztoků a nápojů pomocí indikátorových proužků
---	--

Obrázek XXV: Ukázka z pracovního listu a metodického pokynu pro učitele (Volmutová et al., 2013).

8.21 Úloha č. 3 (přírodopis): Prevence zubního kazu (upravené zadání pro tradičně vedenou laboratorní výuku)

Laboratorní práce č. 3

příjmení, třída, datum

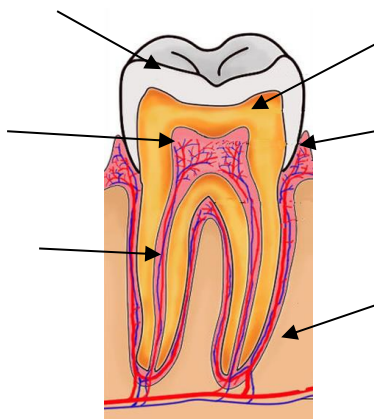
Úkol: Prevence zubního kazu

Pomůcky: tablety Paroplak pro obarvení zubního plaku, UIP – univerzální indikátorové papírky na měření pH (4 pro každého žáka ve třídě), kádinky a kapátka (ve stejném počtu, jako je počet dětí), zubní kartáček a pasta nebo ústní voda, případně žvýkačka bez cukru, různé nápoje

1) Popis zubu

Ke každé šipce napiš název dané části zubu. Pojmy vybírej z nabídky:

kost čelisti, dásně, zubovina, kořenový kanálek s cévami a nervy, sklovina, dřev



Obr. XXVI: Popis zubu (Volmutová et al., 2013m).

2) Zjišťování přítomnosti zubního plaku v ústní dutině:

Každý si vezme do ústní dutiny jednu tabletu Paroplak a následně zjistí přítomnost zubního plaku, který je v podstatě začátkem zubního kazu (plak, jenž ulpívá na zubech 0-3 dny, je obarven červeně, starší plak modře).

V mojí ústní dutině se objevilo zbarvení zubního plaku.
Je to způsobeno Zubní plak způsobuje zubní kaz. Na které části zubu se začíná tvořit zubní kaz?

3) Měření pH v ústní dutině

- Vezměte si malý kousek rohlíku, rozžvýkejte ho a spolkněte.
- Pomocí univerzálního indikátorového papírku změřte pH slin a zapište.
- Každý si vyčistěte zuby zubním kartáčkem s pastou – minimálně 2 minuty, následně propláchněte ústní dutinu ústní vodou.
- Opět si změřte pH slin pomocí univerzálního indikátorového papírku.

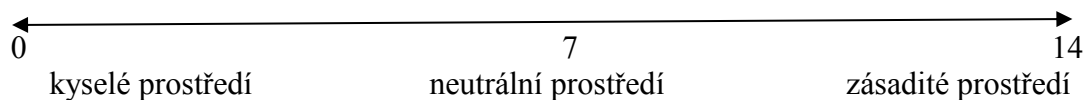
Hodnota pH slin po rozkousání kousku rohlíku:

Použil jsem zubní pastu:, ústní vodu:

Hodnota pH slin po vyčištění zubů:

4) pH různých nápojů

Do tabulky запиšte nejprve názvy pěti vámi vybraných nápojů. Následně změřte jejich pH pomocí UIP a hodnoty запиšte do druhého sloupce. Do třetího sloupce uveďte vzestupně pořadí podle naměřeného pH.



název nápoje	naměřené pH	pořadí podle naměřeného pH

Závěr:

(Zaznamenali jste změnu pH v ústní dutině? O kolik? Co mohlo ovlivnit výsledek pokusu? Byly výsledky u všech stejné? Který přípravek – pasta, ústní voda atd. je neúčinnější? Co by se stalo, kdybyste si nečistili zuby? Který z nápojů je nejkyselější?)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Úloha č. 3 (přírodopis): Prevence zubního kazu (upravené zadání pro tradičně vedenou laboratorní výuku) – **ŘEŠENÍ**

1) Popis zubu



Obr. XXVII: Popis zubu (Volmutová et al., 2013m).

2) Zjišťování přítomnosti zubního plaku v ústní dutině:

V mojí ústní dutině se objevilo **červené/modré** zbarvení zubního plaku. Je to způsobeno **přítomností zubního plaku**. Zubní plak způsobuje zubní kaz. Na které části zubu se začíná tvořit zubní kaz? **sklovině, zubovině, dřeni**

3) Měření pH v ústní dutině

Hodnota pH slin po rozkousání kousku rohlíku: **pH 4 (mírně kyselá)**

Použil jsem zubní pastu: **např. Colgate**, ústní vodu: **např. Colgate**

Hodnota pH slin po vyčištění zubů: **byla neutrální (pH 7)**

4) pH různých nápojů

název nápoje	naměřené pH	pořadí podle naměřeného pH
černý hořký čaj	7,5	5
Coca-Cola	2,5	1
mléko	6,5	4
voda	6,0	3
minerální voda, sladká, bílé hrozny	5,0	2

Závěr:

V ústní dutině se pH změnilo. Po vyčištění zubů zubní pastou po dobu 2 minut se zvýšilo pH o 3. U žáků byly rozdílné hodnoty. Záleželo na druhu zubní pasty, zubní vody a typu kartáčku. V naší kontrolní skupině byla nejméně účinnější zubní pasta i voda Colgate. Kdybychom si zuby nečistili, vytvořil by se na nich zubní plak, který by způsobil tvorbu zubních kazů. Jako nejkyselější z nápojů v našem měření vycházela Coca-Cola.

8.22 Didaktický test k úloze č. 3 (přírodopis)

TEST PREVENCE ZUBNÍHO KAZU

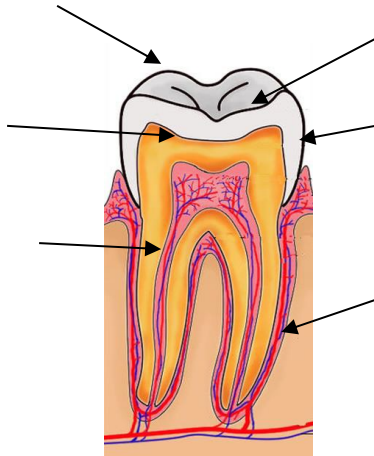
Jméno a příjmení:

Třída:

Datum:

Škola:

1) Ke každé šipce napiš název dané části zubu. Pojmy vybírej z nabídky:
kost čelisti, dásněň, zubovina, kořenový kanálek s cévami a nervy, sklovina, dřevň



Obr. XXVIII: Popis zubu (Volmutová et al., 2013m).

Půl bodu za každý správně uvedený pojem [/ 3]

2) Vyber si jednu potravinu snižující pH v ústech. Uveď, jak by bylo možné tento jev (tuto skutečnost) dokázat:

.....
.....
.....
.....
.....

[/ 4]

3) Navrhni, jak docílíš opětovného zvýšení pH v ústech.

.....
.....
.....
.....

[/ 4]

4) Vyberte, která tvrzení jsou správná:

Zubní plak způsobuje zubní kaz.	ANO	NE
Viry rozežirají zub.	ANO	NE
Viry vytvářejí zubní plak, který rozežirá zub.	ANO	NE
Bakterie produkují kyseliny, které rozežirají zub.	ANO	NE

[/ 4]

TEST PREVENCE ZUBNÍHO KAZU – ŘEŠENÍ

1) Ke každé šipce napiš název dané části zubu.



Obr. XXIX: Popis zubu (Volmutová et al., 2013m).

[3]

2) Vyber si jednu potravinu snižující pH v ústech. Uveď, jak by bylo možné tento jev (tuto skutečnost) dokázat:

Nejprve si změřím pomocí univerzálního indikátorového papírku pH v ústní dutině.

Poté si vezmu kousek rohlíku a začnu ho žvýkat.

Po konzumaci potraviny si opět změřím pH v ústní dutině univerzálním indikátorovým papírkem.

Porovnáám výsledky z měření před a po konzumaci potraviny.

V případě, že by potravina (rohlík) snižovala pH v ústní dutině, projevilo by se to po druhém měření naměřením pH odpovídajícím mírně kyselému prostředí.

[4]

3) Navrhni, jak docílíš opětovného zvýšení pH v ústech.

Vezmu si zubní kartáček, zubní pastu a začnu si čistit zuby po dobu přesně dvou minut, následně zuby důkladně vypláchnu vodou. Poté zuby dvě minuty proplachuji zubní vodou.

Následně si opět změřím pH v ústní dutině pomocí univerzálního indikátorového papírku.

Porovnáám výsledky z měření ihned po konzumaci potraviny a z měření po zubní hygieně. Lze předpokládat nárůst pH.

[4]

4) Vyber, která tvrzení jsou správná:

Zubní plak způsobuje zubní kaz.	<i>ANO</i>	NE
Viry rozežirají zub.	ANO	<i>NE</i>
Viry vytvářejí zubní plak, který rozežirá zub.	ANO	<i>NE</i>
Bakterie produkují kyseliny, které rozežirají zub.	<i>ANO</i>	NE

[4]

Celkem bodů: 15