

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra učitelství a didaktiky chemie

Doktorský studijní program: Vzdělávání v chemii



Mgr. Veronika ZÁMEČNÍKOVÁ

**BADATELSKY ORIENTO VANÁ VÝUKA SE ZAMĚŘENÍM
NA OBECNOU A ANORGANICKOU CHEMII**

**INQUIRY-BASED SCIENCE EDUCATION IN GENERAL AND INORGANIC
CHEMISTRY**

Disertační práce

Vedoucí disertační práce: prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.

Praha 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 26. 9.2016

.....

podpis

Poděkování:

Děkuji prof. RNDr. Haně Čtrnáctové, CSc., za odborné vedení a cenné rady, poskytnuté při zpracování této práce.

Abstrakt

Tato disertační práce se zabývá možnostmi zavedení badatelsky orientované výuky (BOV), neboli Inquiry-Based Science Education (IBSE) do každodenní pedagogické praxe zejména na základních školách. Hlavní důraz je přitom kladen na výuku obecné a anorganické chemie. V teoretické části práce je nejprve definován základní pojmový aparát, stejně jako metodologie výzkumu související se zaváděním aktivit splňující principy IBSE do výuky chemie. Práce diskutuje, jaký význam může mít zavedení badatelsky orientované vyučování nejen pro podporu zájmu žáků o přírodovědné obory, ale také pro zlepšení badatelských schopností žáků, přičemž tyto schopnosti mohou zvýšit budoucí uplatnění mladé generace v praxi.

Teoretická část disertační práce dále shrnuje stav aplikace IBSE v pedagogické praxi v České republice. Sumarizuje základní teorie a praktické zkušenosti se zaváděním IBSE na českých školách. Práce analyzuje také oblast výběru vhodného učiva pro IBSE v chemii a výzkumu didaktiky chemie.

Praktická část práce obsahuje materiály umožňující výuku dle IBSE principů a předkládá výsledky výzkumu autorky, který byl realizován v letech 2014 až 2016. Výzkum sleduje změny znalostí, dovedností a přístupu k předmětu chemie žáků zvolené školy při využití IBSE ve výuce chemie. Na základě tohoto vlastního výzkumu překládá autorka v práci konkrétní návrhy na zavedení IBSE do pedagogické praxe obecné a anorganické chemie, které doplňuje i přehledem zpracovaných úloh a metodikou jejich tvorby.

Klíčová slova:

Badatelsky orientovaná výuka, IBSE, obecná a anorganická chemie, úlohy, metodologie tvorby úloh

Abstract

This thesis deals with the possibility of implementing Inquiry-Based Science Education (IBSE) into teaching practice mainly at elementary schools. The focus is put on teaching general and inorganic chemistry.

The theoretical part consists of the conceptual apparatus and research methodology related to implementation of IBSE activities into teaching. It also discusses how important may implementing of the IBSE principles be for supporting the student interest in science and for upgrading their scientific abilities which may make it easier in future to put the young generation into practice. Another chapter describes current situation in practical application of the IBSE in Czech Republic. It summarizes basic theories and experience with introducing IBSE into classrooms. The thesis also analyses the selection of curriculum suitable for applying IBSE in chemistry and chemistry didactics.

The practical part of the thesis incorporates educational documents for working within IBSE principles and gives an overview of results of author's own research, realized between 2014 – 2016. The research was focused on attitude of students towards chemistry and its evolution after implementing the IBSE principles. Based on results of this research, specific drafts of IBSE implements are rendered for general and inorganic chemistry as well. An overview of prepared tasks is also added as well as an introduction in their development methodics.

Keywords:

Inquiry-based Education, IBSE, general and inorganic chemistry, tasks, methodology for task creation

Seznam zkratek

BOV	Badatelsky orientované vyučování
ČR	Česká republika
ČŠI	Česká školní inspekce
IBSE	Inquiry-Based Science Education
I.N.S.E.R.T.	Interactive Noting System for Effective Reading and Thinking
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
PISA	Program for International Student Assessment
SAILS	Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science
ŠVP	Školní vzdělávací program
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study
RVP ZV	Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

1 Úvod.....	9
2 Cíle práce	13
2.1 Shrnutí hlavních principů IBSE.....	13
2.2 Shrnutí stavu užívání IBSE v ČR při výuce obecné a anorganické chemie	13
2.3 Vytvoření materiálů splňujících aspekty IBSE a metodika postupu jejich tvorby	14
2.4 Analýza vlivu IBSE na vnímání předmětu chemie a reakcí žáků na tento styl práce.....	14
3 Teoretická východiska	16
3.1. Problémy současné výuky	16
3.2. Co je IBSE	20
3.3. Zavedení IBSE.....	23
3.4. Metodika tvorby materiálů.....	26
3.5 Pilotní zkoušení vytvořených materiálů	33
3.6. Teoretická východiska výzkumu.....	34
4 Praktická část	38
4.1 Současné kurikulární dokumenty v ČR	38
4.2 Implementace IBSE do výuky chemie.....	40
4.3 Metodické listy k vytvořeným materiálům.....	42
4.3.1 Metodický list ÚLOHA č. 1 - Pomozte Popelce!	42
4.3.2 Metodický list ÚLOHA č. 2 – Plovoucí vajíčko.....	46
4.3.3 Metodický list ÚLOHA č. 3 – Džin z lahve	58
4.3.4 Metodický list ÚLOHA č. 4 – Rychlý a rychlejší.....	62
4.3.5 Metodický list ÚLOHA č. 5 – Počítáme atomy.....	66
4.3.6 Metodický list ÚLOHA č. 6 – Prvky, kam se podíváš.....	70
4.3.7 Metodický list ÚLOHA č. 7 – Odbarvení vody.....	73
4.3.8 Metodický list ÚLOHA č. 8 – Vznosný plyn	76
4.3.9 Metodický list ÚLOHA č. 9 – Kyselé a to druhé.....	80
4.3.10 Metodický list ÚLOHA č. 10 – Když se utká kyselina a zásada	84
4.3.11 Metodický list ÚLOHA č. 11 – Neviditelné hašení	88
4.3.12 Metodický list ÚLOHA č. 12 – Kde se berou kyselé deště?	91
4.3.13 Metodický list ÚLOHA č. 13 – Hanbaté vajíčko.....	95
4.3.14 Metodický list ÚLOHA č. 14 – Krápníkové zázraky	99
4.3.15 Metodický list ÚLOHA č. 15 – Může voda dělat boule?	103
4.4 Využití IBSE při výuce chemie a jeho vliv na žáky.....	109
4.4.1 Didaktický test	109
4.4.2 Zúčastněné pozorování	110
4.4.3 Sebehodnocení žáků	111

4.4.4 Žákovské portfolio	119
4.4.5 Sebehodnotící dotazník pro žáky	121
5 Diskuze	126
6 Závěr	129
Literatura.....	130
Zdroje obrázků – pracovní listy	139
Seznam příloh	141

1 Úvod

Velmi často se dnes setkáváme s pojmem „digitální revoluce“ nebo také čtvrtá průmyslová revoluce. Sociologové hovoří o generaci Y a o nástupu generace Z, alfa a dalších. Proč to všechno? Odpovědět je na první pohled poměrně jednoduchá – svět kolem nás prochází radikální proměnou. Tato proměna se netýká jen rozvoje informačních technologií, jak by se mohlo zdát, týká se celkového vnímání života a světa kolem nás. Ukazuje se, že generace Y a ještě výrazněji generace Z hodnotí některé aspekty života výrazně jinak, než jejich rodiče a prarodiče. Do popředí jejich hodnotového žebříčku se dostávají jiné věci, a to se týká výrazně jejich budoucích očekávání v zaměstnání, a přirozeně také vzdělávání.

Hned několik poměrně významných mezinárodních analýz poukazuje na pokles zájmu žáků o studium technických oborů, ale i přírodních věd. Důvody, proč k tomu dochází, naznačuje například studie společnosti White Wolf Consulting, vydaná v roce 2009. Z výsledků vyplývá, že studenti vnímají přírodní vědy jako příliš rigidní, obtížné a velice náročné. Jejich nechuť věnovat se přírodovědným oborům navíc vzrůstá s věkem. Současně ovšem studie odhaluje fakt, že tyto předměty považují žáci obecně za zajímavé a perspektivní. To je bezesporu bod, na kterém můžeme stavět (Papáček, 2010).

Nejde přitom zdaleka o problém výlučně se týkající jen Česka nebo oblastí bývalých postkomunistických zemí. Jedná se o spíše globální trend, který je patrný ve všech vyspělých státech světa. Nadnárodní rozměr naznačuje i pozornost, kterou klesajícímu zájmu o studium přírodních věd věnuje Evropská unie v rámci svého Sedmého rámcového programu pro výzkum a vývoj. Jeho součástí je mnoho projektů zaměřených na výuku matematiky a přírodních věd.

Je paradoxní, že právě obory jako matematika a přírodní vědy, které jsou pro věk digitální revoluce tak klíčové, se potýkají s poklesem zájmu žáků. To může vést do budoucna k poměrně závažným problémům na trhu práce. Už dnes se potýkají zaměstnavatelé s nedostatkem odborníků v celé řadě oblastí. Poměrně výrazně je to patrné například v oboru informačních technologií. Musíme mít na paměti, že přírodní vědy mají – zejména v současnosti – k tomuto oboru blíže, než by se mohl nezasvěcený pozorovatel domnívat. Současné informační systémy totiž stále častěji využívají například metody behaviorální analýzy, technologií umělé inteligence a mnoho dalších. Právě zde mají přírodní vědy rozhodně co nabídnout. Ukazuje se přitom, že zaměstnavatelé v současnosti

nestojí ani tak o zaměstnance, kteří budou studnicemi namemorovaných znalostí, ale spíše o takové, kteří si osvojí určitý přístup k řešení problému, určitý způsob myšlení.

Právě to by mohlo být klíčovým momentem, na který je potřeba se při výuce přírodních věd zaměřit. Pokud se totiž vrátíme na počátek, tedy ke klesajícímu zájmu o studium přírodních věd, měli bychom zároveň doplnit, že žáci si obvykle udržují poměrně vysokou úroveň faktických (či chceme-li memorovaných) znalostí. To je jistě pozitivní. Zároveň se ale ukazuje, že stále více zaostávají ve schopnostech pochopit a porozumět zákonitostem. Činí jim problémy formulovat vlastní hypotézu, aplikovat výzkumné metody či využít experimentu a správně interpretovat data. Přitom přesně tyto schopnosti jsou těmi, kteří požadují zaměstnavatelé (Palečková 2006, Tomášek 2007).

Zbývá tedy nalézt odpověď na otázku, jak je možné tuto situaci dlouhodobě změnit a jak obrátit trend. Tedy nejen zvýšit zájem žáků o přírodní vědy, ale docílit mnohem důležitějšího pokroku – rozvinout v nich ty schopnosti a dovednosti, které jim v budoucnu umožní dobře se uplatnit na trhu práce a naplnit očekávání zaměstnavatelů.

Abychom toho mohli dosáhnout, musíme reflektovat nejen změny na trhu práce, ale také, a to především, změny v samotném vnímání svého života a okolního světa dětmi a mladými lidmi zejména z generací Z a alfa. Tyto generace čelí jevu, pojmenovanému například Millerem (2006) jako informační zahlcení. V extrémní podobě může toto informační zahlcení vést až k úplnému ignorování příchozích informací. To staví celý vzdělávací systém před poměrně náročný úkol, jak se s touto situací vyrovnat. Je totiž zřejmé, že současné mladé generace čelí obrovskému množství informací, ale i podnětů, které na ně proudí ze všech stran.

Jedním z možných vysvětlení, proč dochází k poklesu zájmu žáků a studentů o některé obory, může být právě fakt, že jejich výuka se nedokázala zcela přizpůsobit novým požadavkům a – velmi zjednodušeně řečeno – nedokáže svou zajímavostí konkurovat podnětům, které dostávají žáci odjinud. S trochou nadsázky bychom mohli situaci přirovnat k ranému dětskému věku. Mnoho současných psychologů například varuje před tím, aby se děti seznamovaly s moderními technologiemi příliš brzo, či aby je rodiče na dlouhou dobu „odkládali“ před televizi. Důvodem k tomuto varování je to, že množství podnětů, které dítě dostává z televize či prostřednictvím mobilních telefonů, tabletů či počítačů, je tak obrovské, že mu pak okolní svět může připadat nudný.

V případě žáků je tento „superzábavný“ svět již dávno realitou. A skutečně se během vzdělávacího procesu stále častěji setkáváme s neschopností žáky dostatečně zaujmout, získat jejich pozornost a probudit v nich zájem jak o učivo, tak o přednášený obor obecně. Jistou výhodou mají v tomto směru samozřejmě technické obory, ovšem i přírodní vědy mají v tomto směru velký potenciál. K jeho využití je ale potřeba přistoupit k výuce přírodních věd způsobem odpovídajícím současnosti. Jednou z cest je aplikace nových pedagogických přístupů, a to hlavně takových, které ve výuce využívají badatelského přístupu, tak jak to doporučuje například Rocard (Rocard, 2007). Jednou z možností se nabízí IBSE (Inquiry-Based Science Education), v českém překladu nejčastěji badatelsky orientované vyučování (BOV). Výsledky pedagogických výzkumů potvrzují, že tento přístup je účinný, zvyšuje zájem žáků o přírodovědné předměty a motivuje žáky i učitele (Mayer, 2004).

Nejde totiž o to jen žáky a studenty zaujmout, mnohem větším cílem je dokázat v nich rozvíjet určitý typ schopností a uvažování. A právě IBSE může v tomto směru nabídnout velmi efektivní platformu pro tuto změnu (Čtrnáctová in Stuchlíková, 2015). Může totiž v podstatě přinášet řešení poměrně velkého množství problémů, se kterými se musí současná výuka (nejen) přírodních věd potýkat. Bez pochyby nezbytné předání základních znalostí a faktů totiž doplňuje intenzivním „vtážením“ žáků a studentů do výuky. Tím, že musí využít vědeckého přístupu a experimentu k nalezení odpovědí na otázky, se celá řada informací, které by při pouhém vysvětlení učitelem mohly vypadat nudně, mění v zábavné impulzy schopné zaujmout. To, že si žáci a studenti konkrétní jev ověří sami, vlastními silami, pomocí experimentu či pokusu se ukazuje jako velmi efektivní způsob, jak dosáhnout přijetí těchto poznatků i v režimu informačního přehlcení. Zároveň se zdá být velmi pravděpodobné, že IBSE díky umožnění prožitku vlastní zkušenosti umožňuje studentům lépe pochopit souvislosti či zákonitosti, které při teoretickém výkladu mohou vypadat složitě a nepochopitelně. Právě toto pochopení může učinit přírodní vědy v jejich očích jednodušší a také zábavnější. Zároveň je ale tento přístup nutí osvojit si základní vědecké metody a způsob řešení problémů, po kterém volají také zaměstnavatelé.

To jsou hlavní důvody, proč bylo právě IBSE zvoleno jako primární téma této disertační práce. Její teoretická část je proto věnována především zasazení tohoto moderního přístupu do každodenní pedagogické praxe, přináší pochopitelně jeho stručný popis, především se ovšem snaží osvětlit důvody, proč je právě IBSE cestou, která může přinést

řešení některých problémů spojených s výukou přírodovědných předmětů. Shrnuje proto dosud publikované či probíhající projekty, články a odborné práce, které se IBSE zabývají, a tím nastiňuje situaci užívání badatelsky orientované výuky v České republice.

Při zavádění IBSE do výuky je nutno brát zřetel na několik aspektů. Předně na to, zda kurikulum daného předmětu umožňuje využití IBSE postupů. Protože ale tento přístup k výuce výrazněji zapojuje do celého procesu samotné žáky, je mimo ohledů na potřeby předmětů rovněž nezbytné posoudit, zda jsou žáci vůbec schopni dle principů IBSE pracovat. Jakkoli je badatelský přístup k řešení problémů svým způsobem člověku nej přirozenějším přístupem, nelze předpokládat, že ho budou žáci ovládat a chápat automaticky. V tom je klíčová role pedagoga, který by je měl na nový přístup připravit. Rozhodně není cestou zavrhnout tento přístup jen proto, že v počátcích jej žáci a studenti zcela nezvládají, ale spíše se zaměřit na rozvoj těchto schopností v průběhu výuky.

Obecně platí, že IBSE klade zvýšené nároky na pedagoga, a vlastně i on sám si musí odpovědět na otázku, zda je schopen a ochoten změnit stávající výukové postupy. Pro samotnou výuku je pak zapotřebí množství materiálů, které splňují principy IBSE. Řada těchto materiálů je již připravena pro přímé využití při výuce chemie a další budou vznikat, přesto je zde otevřen velký prostor pro aktivní přístup učitele.

Předkládaná práce se zabývá také metodologií výzkumu související se zaváděním aktivit splňující principy IBSE do výuky chemie. Přináší i metodologii tvorby materiálů včetně návrhu hodnocení relevantnosti těchto úloh a jejich efektivnosti.

Praktická část této disertační práce již předkládá konkrétní náměty a témata z učiva obecné a anorganické chemie základních a středních škol, vhodné pro realizaci IBSE. Tyto návrhy jsou podpořeny také přehledem zpracovaných materiálů, a především výsledky výzkumu, realizovaného autorkou práce během let 2014 až 2016.

2 Cíle práce

Hlavní výzkumné cíle vycházejí z potřeby naplnit klíčový parametr celého výzkumu – pokusit se představit IBSE jako jednu z cest k modernizaci výuky a podpořit využití moderních pedagogických přístupů, analyzovat jejich možné využití zejména při výuce obecné a anorganické chemie.

Cíle práce tedy jsou:

- shrnutí hlavních principů IBSE;
- shrnutí stavu užívání IBSE v ČR při výuce obecné a anorganické chemie;
- vytvoření materiálů splňujících aspekty IBSE a metodika postupu jejich tvorby;
- analýza vlivu IBSE na vnímání předmětu chemie a reakcí žáků na tento styl práce.

Podrobněji jsou jednotlivé cíle rozebrány v následujícím textu.

2.1 Shrnutí hlavních principů IBSE

Základním stavebním kamenem této práce pochopitelně musí být především objasnění principů, pilířů a samozřejmě i teoretického konceptu IBSE. Ačkoli jde totiž mezi pedagogickými odborníky o značně diskutované téma, jeho přesah do běžné praxe je menší, než by se dalo očekávat. Během přípravy práce se ukázalo jako potřebné pokusit se hlavní principy IBSE shrnout, a pokud možno více objasnit. Jen tak je možné připravit učitele na nároky, které tento přístup klade nejen na žáky, ale i na ně.

Právě shrnutí hlavních principů IBSE umožňuje naplnit i další stanovené cíle této práce, tedy zaměřit se především na oblast přírodních věd a didaktiky obecné a anorganické chemie, stejně jako vytvoření konkrétních návrhů pro výuku tohoto předmětu s využitím principů IBSE.

2.2 Shrnutí stavu užívání IBSE v ČR při výuce obecné a anorganické chemie

Přirozeně jen teoretické objasnění konceptu IBSE nestačí. Jako velmi důležitá se ukázala především podrobnější analýza současné situace v České republice. Pokud má práce přinést návrh možností, jaké změny realizovat směrem k podpoře zájmu dětí a studentů o studium přírodních věd, je nutné především dobře zmapovat výchozí stav. Tato analýza umožňuje identifikovat směry, na které je nutné se v dalším rozvoji IBSE zaměřit, určit

oblasti, kde se v pedagogické praxi ukazuje největší nedostatek podpory, ale může naznačit i směry, kterými by se mohlo ubírat také vzdělávání pedagogů do budoucna.

Pro praktickou část práce byla tato analýza navíc nezbytná i proto, aby identifikovala potřeby pedagogů obecné a anorganické chemie na základních a středních školách. Teprve na jejich základě bylo totiž možné připravit materiály potřebné pro výuku při aplikaci principů IBSE, a také metodiku jejich tvorby.

2.3 Vytvoření materiálů splňujících aspekty IBSE a metodika postupu jejich tvorby

Jakkoli je zřejmé, že výuka s využitím principů IBSE klade zvýšené nároky na samotné pedagogy, pokud má být snaha o její rozšíření do praxe úspěšná, je nutné poskytnout učitelům dostatečné množství materiálů, které mohou pro svou výuku využívat. Pokud mají tyto materiály splňovat aspekty IBSE, nutně se musí lišit od nemalé části těch dosud používaných. Proto si tato práce stanovila vytvoření alespoň základní sady takovýchto materiálů jako jeden ze svých hlavních cílů.

Protože je ale zřejmé, že je zcela mimo její možnosti a rozsah vytvoření všech potřebných materiálů, bylo nutné zaměřit se také na metodologii jejich tvorby. To znamená, pokusit se nalézt pravidla, na jejichž základě mohou vznikat další materiály splňující principy IBSE. Bylo přitom důležité vytvořit metodologii tak, aby nejen umožňovala vznik „univerzálních“ materiálů pro učitele, kteří se rozhodnou pro přenesení principů IBSE do své výuky, ale zároveň byla i vodítkem pro tyto učitele, tak aby byli schopni si tyto materiály vytvářet sami či si je přizpůsobovat konkrétním potřebám.

2.4 Analýza vlivu IBSE na vnímání předmětu chemie a reakcí žáků na tento styl práce

Důvodem zavádění IBSE do praxe je předpoklad, že aplikace těchto principů může přinést zvýšení zájmu žáků a studentů o přírodní vědy, stejně jako rozvoj některých jejich klíčových schopností a dovedností. Tato disertační práce by proto ani nemohla být úplná, kdyby jejím cílem nebylo ověření této základní hypotézy. Proto práce zahrnuje výsledky výzkumu realizovaného autorkou práce během let 2014 až 2016, a především analýzu jeho výsledků.

Cílem tohoto výzkumu bylo s využitím metod kvantitativního a kvalitativního výzkumu sledovat změny postojů žáků k chemii a přírodním vědám obecně během jednoho roku výuky s využitím principů IBSE. Jakkoli rozsah výzkumu pro potřeby této práce nemůže

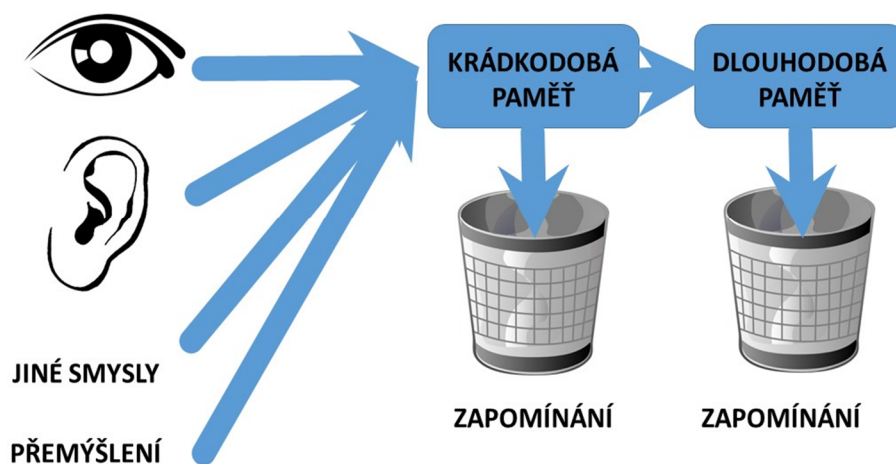
jednoznačně potvrdit či vyvrátit danou hypotézu, zpracování jeho výsledků a následná analýza může naznačit skutečné dopady IBSE na vývoj znalostí a dovedností žáků. Proto tedy jednoznačně patří také mezi cíle této práce.

3 Teoretická východiska

V teoretické části práce budou shrnuty aspekty současné výuky, které se jeví jako problematické, a důvody, proč bylo zvoleno IBSE jako vhodný prostředek pro překonání některých úskalí spojených s výukou chemie. Dále je IBSE stručně charakterizováno a jmenovány stěžejní body tohoto přístupu. Prostor je věnován také metodice tvorby úloh, které budou během výzkumu použity, a strategii zamýšleného výzkumu.

3.1. Problémy současné výuky

„Většina učitelů se domnívá, že učit znamená cosi žákům vykládat a že naučit se znamená zapamatovat si to.“ (Petty, 1996)



Obrázek 1. Učení a paměť (upraveno dle Petty, 1996)

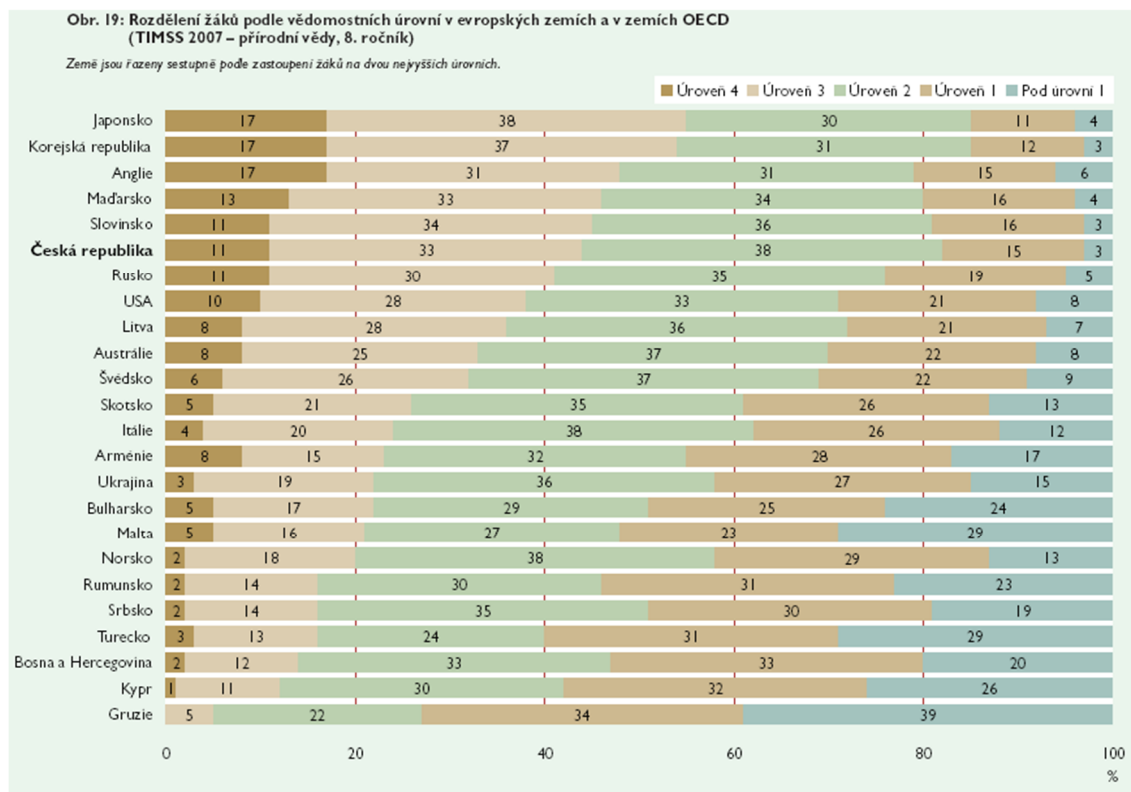
Pettyho závěry korespondují s výsledky výzkumů realizovaných na českých školách. Jak již bylo zmíněno v úvodu, dle výsledků výzkumů mají žáci problémy hlavně s formulací a vytvářením hypotéz, využíváním výzkumných metod a experimentální prací. Podobné závěry vyvozuje autorka i ze své vlastní pedagogické praxe. Jako příklad lze uvést jednoduchou otázku, která byla zadána žákům za domácí úkol: „Který čaj bude sladší? Ten, který osladíme studený, nebo ten, který osladíme, když je ještě horký?“ Žáci měli zjistit odpověď a zaznamenat, jakým postupem ji určili. Odpověď přinesli téměř všichni, zarážející však bylo zjištění, jak informaci získali. Většina žáků na otázku: „Jak jsem to zjistil?“ odpověděla: „Vyhledal jsem si to na internetu.“, nebo „Zeptal jsem se

rodičů.“ Jen někteří si doma připravili dva hrnky čaje, jeden osladili stejným množstvím cukru za horka a druhý za studena a následně pak ochutnali. O čem to svědčí? Žáci jsou zvyklí přebírat informace od druhých, dostat vše přímo a maximálně si informaci ověřit podle zadaného postupu. Jen nemnozí jsou schopni a ochotni experimentovat, bádát a objevovat. Žáci jsou tedy schopni informace interpretovat, klíčové kompetence k učení jsou poměrně dobře rozvinuty. Naopak kompetence k řešení problému jsou u žáků problematické. Podobné závěry uvádí i výzkum PISA z roku 2006, který byl zaměřen na porovnání úrovně přírodovědné gramotnosti a sledoval úroveň základních přírodovědných vědomostí, osvojené kompetence žáků, jejich postoje k přírodním vědám a kontext, ve kterém se žáci s přírodovědnými problémy setkávají.

Z celkových výsledků vyplývá, že čeští žáci jsou na vysoké úrovni znalosti obsahu, tedy mají osvojeno velké množství přírodovědných poznatků a teorií. Problémy jim však dělá vytvářet a formulovat hypotézy, využívat různé výzkumné metody, experimentovat, zaznamenávat a vyhodnocovat data, formulovat a prezentovat závěry. Tato zjištění nejsou až tak překvapivá, neboť tradiční způsob výuky je zaměřen hlavně na shromažďování a reprodukci teoretických znalostí. Například na otázku: „Jak často vyžaduje učitel od žáků, aby navrhli, jak by se přírodovědné otázky daly zkoumat v laboratoři?“ zvolilo odpověď „nikdy nebo téměř nikdy“ 58 % žáků (Palečková, 2007).

Nejinak je tomu i podle výzkumu TIMSS 2007 (Tomášek, 2007). Z něj je opět patrné, že co se týká přírodovědných znalostí, je úroveň našich žáků velmi dobrá, k významnému poklesu však došlo v oblasti vysvětlení jevů, porozumění zákonitostem, pochopení abstraktních pojmů a vysvětlení svého tvrzení (TIMSS 2011). TIMSS sledoval v oblasti přírodovědy čtyři vědomostní úrovně: „*Žáci na nejnižší úrovni 1 (od 400 bodů) prokazují určité základní znalosti o živé a neživé přírodě. Žáci na úrovni 2 (od 475 bodů) dokáží aplikovat základní přírodovědné poznatky na konkrétní situace z praxe. Na úrovni 3 (od 550 bodů) dokáží žáci pomocí osvojených poznatků vysvětlit jevy z každodenního života a prokazují porozumění určitým zákonitostem. Žáci na nejvyšší úrovni 4 (od 625 bodů)*

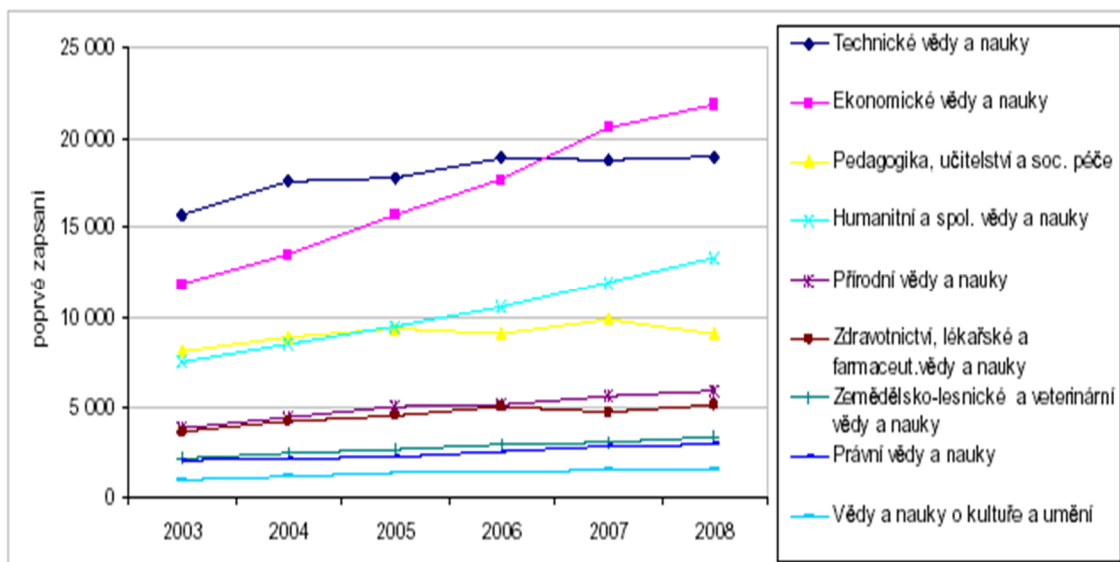
demonstrují pochopení složitých systémů, abstraktních pojmů a dokáží svá tvrzení vysvětlit.“ Situaci ukazuje obrázek 2.



Obrázek 2. Rozdělení žáků podle vědomostních úrovní (Tomášek, 2007).

Z výzkumu vyplývá, že mezi lety 1995 a 2007 se zastoupení českých žáků 4. i 8. ročníku ve dvou nejvyšších úrovních významně snížilo. Tento pokles se odehrál zejména v období let 1995 až 1999, v dalším časovém úseku se situace již příliš neliší.

Dalším problémem při výuce přírodovědných předmětů je nízký zájem žáků o studium přírodních věd, jak dokládá výzkumná zpráva Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy. Žáci vnímají chemii, biologii a fyziku jako předměty užitečné a důležité pro společnost, ale věnovat se jim nechtějí (MŠMT, 2008). Tuto situaci dokládá i graf (viz obrázek 3), který sleduje vývoj počtu studentů prvního ročníku vysokých škol dle oborových skupin.



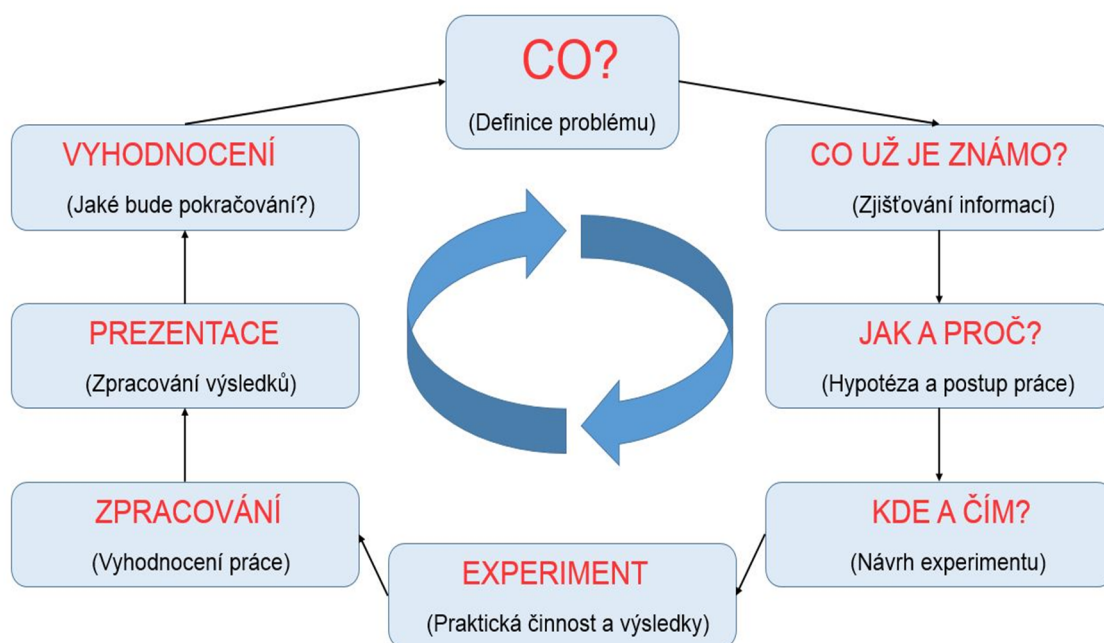
Obrázek 3. Vývoj počtu studentů prvního ročníku na VŠ podle oborových skupin (MŠMT, 2008).

Můžeme tedy říci, že přes relativně dobré výsledky našich žáků v mezinárodních srovnávacích výzkumech stojí proti celkově vyšší úrovni znalostí žáků nízká úroveň praktických dovedností, omezená orientace v přírodovědných zákonitostech a aplikace získaných informací. V neposlední řadě se pak u našich žáků projevuje také ztráta motivace k dalšímu studiu přírodovědných oborů a odklon od přírodních věd při volbě budoucího povolání. Zájem žáků o přírodní vědy a jejich výuku dokumentuje například mezinárodní srovnávací studie ROSE, jejíž výsledky shrnuje Bílek (2008).

Otázkou je, zda je možno tuto situaci řešit a jaké způsoby pro to zvolit. Výrazný vliv na preference žáků v oblasti volby jejich budoucího směřování má jistě motivace z výuky a hodnocení učitelů. Proto je vhodné se zamyslet nad možností aplikace nových výukových metod, a to hlavně takových, které ve výuce využívají badatelského přístupu, jak doporučuje zpráva Evropské výzkumné komise (Rocard et al., 2007). Z těchto důvodů se současné trendy v přírodovědném vzdělávání nejen v České republice, ale i v Evropské unii zaměřují hlavně na porozumění osvojovaným poznatkům a schopností je aplikovat. Vhodným prostředkem využitelným k těmto záměrům se jeví IBSE (Inquiry-Based Science Education).

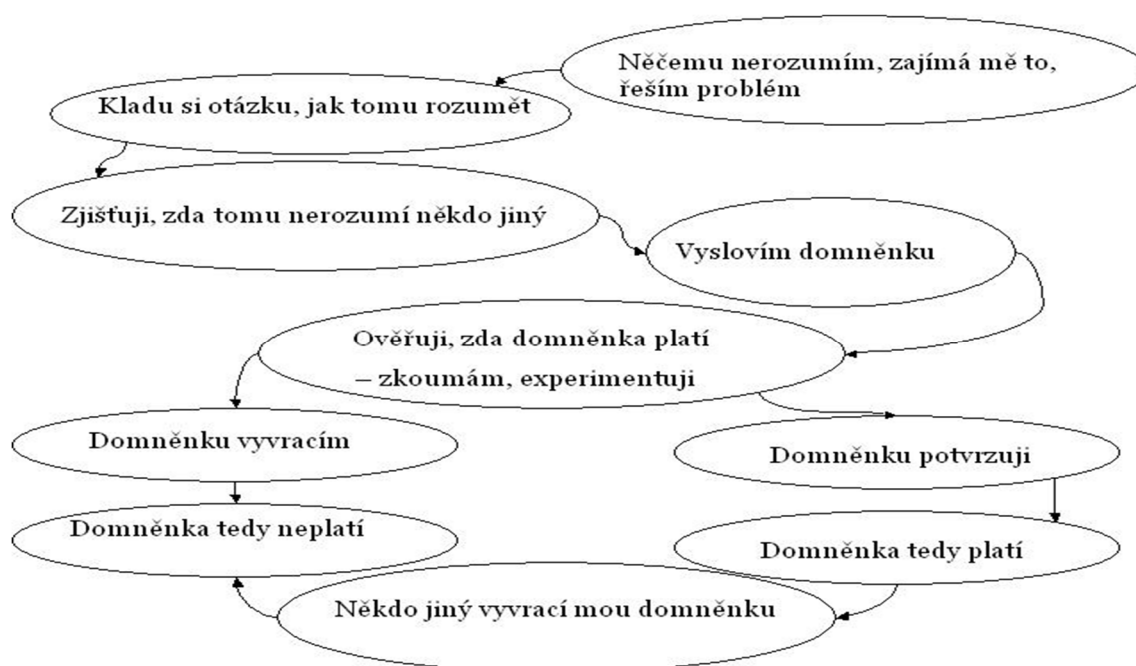
3.2. Co je IBSE

„Bádání (*Inquiry*) je cílevědomý proces formulování problémů, kritického experimentování, posuzování alternativ, plánování zkoumání a ověřování, vyvozování závěrů, vyhledávání informací, vytváření modelů studovaných dějů, rozpravy s ostatními a formování koherentních argumentů“ (Stuchlíková, 2010).



Obrázek 4: Schéma práce při badatelsky orientované výuce (upraveno dle Čtrnáctová, Mokrejšová 2013)

Podstatou výuky založené na bádání je vlastní zkoumání žáků, osvojování znalostí, vědomostí a dovedností cestou řešení problému. Vede žáky k tomu, aby byli schopni formulovat hypotézy, získávali informace a propojovali je do smysluplného kontextu, navrhli řešení problému i metodiku provedení práce, diskutovali závěry, a tak aktivně získávali potřebné kompetence, znalosti, dovednosti a komunikační dovednosti (Linn, 2004). Tento způsob výuky má simulovat vědecký postup (Samková, 2011) jak ukazuje obrázek 5. Je dobré si uvědomit, že vědec při svém bádání ověřuje hypotézu, kterou se snaží postihnout a popsat realitu. Avšak i potvrzená hypotéza ještě neznamena, že skutečná podstata jevu byla poznána. Vždy se může stát, že hypotéza bude později vyvrácena. Zkoumáním se pouze přibližujeme skutečnosti, nelze ji však prohlásit za zcela prozkoumanou a popsanou.



Obrázek 5: Vědecký postup (upraveno dle Sdružení Tereza 2010)

Učitel nepředává učivo výkladem, zastává zde spíše funkci koordinátora žáků, který pomáhá dosáhnout požadovaného cíle. Vede žáky k tomu, aby uměli vyhledávat informace, posuzovat jejich relevantnost, vybírat ty, které potřebují pro řešení úlohy a takto nabyté informace využívat při řešení úlohy. Srovnání klasické výuky a badatelsky orientované výuky ukazuje tabulka 1.

Tabulka 1: Porovnání tradiční výuky a badatelsky orientované výuky (upraveno podle: Franklin, 2013)

	Klasická výuka	Badatelsky orientovaná výuka
Teorie principu učení	behaviorismus	konstruktivismus
Účast žáka	pasivní	aktivní
Zapojení žáků do výsledků práce	snížená odpovědnost	zvýšená odpovědnost
Role žáka	nechává se vést učitelem	sám řeší problémy
Cíle osnov	orientace na cíl	procesní orientace
Role učitele	vedoucí	koordinátor

Bylo by však mylné předpokládat, že žáci budou od začátku schopni provést vědecké bádání samostatně. Podle podílu pomoci učitele můžeme IBSE rozdělit do čtyř úrovní, které umožňují zapojení žáků dle jejich rozvíjejících se schopností (Banchi, Bell 2008).

Potvrzující bádání (confirmation inquiry)

Výsledky jsou známy předem, žáci je ověřují. Řídí se pokyny pro vykonávání experimentu, zaznamenávají data, vyhodnocují výsledky.

Strukturované bádání (structured inquiry)

Učitel zadává otázku a postup, žáci vysvětlují výsledky pomocí důkazů, které shromáždili.

Nasměřované bádání (guided inquiry)

Žáci dostanou otázku, navrhnou postup řešení, testují daný problém, vysvětlují získaná data. Kromě dovednosti interpretovat data se ke zvládnutí tohoto objevování potřebují naučit různé postupy, jak plánovat experimenty, a vedení záznamu dat. Učitel může potvrzovat smysluplnost plánů.

Otevřené (open inquiry)

Žáci si sami zvolí otázku, vytvoří hypotézu, navrhnou způsob jejího ověřování, zaznamenávají data, hledají řešení.

Podíl práce žáků a učitele v jednotlivých stupních badatelské práce ukazuje tabulka 2.

Tabulka 2: Čtyři úrovně IBSE (Banchi, Bell 2008)

Úroveň IBSE	Otázky (stanovené učitelem)	Postup (stanovený učitelem)	Řešení (stanovené učitelem)
1. Potvrzující (confirmation)	ano	ano	ano
2. Strukturované (structured)	ano	ano	ne
3. Nasměřované (guided)	ano	ne	ne
4. Otevřené (open)	ne	ne	ne

Všechny badatelské činnosti by měly snižovat míru zapojení učitele a zvyšovat míru zapojení žáků. Žáci mají být pomocí vlastních otázek zapojeni do výuky, navrhnout empirický výzkum, použít důkazy a závěry z tohoto výzkumu k odvození obecných závěrů o fungování reálného světa. Míra dovedností žáků se postupně zvyšuje a jsou schopni pracovat ve vyšších úrovních IBSE. Některé složitější a nebezpečné experimenty však vyžadují větší zapojení učitele, a proto není IBSE vhodné pro všechna témata výuky chemie, lze však využít některou z nižších úrovní bádání.

Z uvedeného je patrné, že výuka pomocí IBSE má velký potenciál vybavit žáky klíčovými kompetencemi k řešení problému, jak požaduje RVP ZV (2007). Cílem vzdělávání, a to nejen přírodovědného, je podle nich vybavit žáka jednak kompetencí k učení a řešení problémů, jednak zajistit, aby žák získal též kompetence pracovní a komunikativní. Žák, který má chuť objevovat, je schopen si zjistit relevantní informace, plánovat si postup práce, zaznamenávat data, kooperovat ve skupině a smysluplně vyjádřit své závěry, si ze školního prostředí odnáší mnohé cenné dovednosti i do života pracovního. Chceme-li překonat problémy při získávání uspokojivé úrovně klíčových kompetencí a v očích žáků také zatraktivnit přírodní vědy, mělo by být zpracování chemických úloh pomocí IBSE tím správným krokem (Trnová, 2011).

3.3. Zavedení IBSE

Úvahy o změně výuky přírodních věd jsou aktuální nejen u nás, ale i v celé Evropské unii, jak dokládá řada projektů i odborných prací, které se zabývají problematikou vzdělávání přírodním vědám (v rámci České republiky například projekty 3V, Badatelé, Generace Y, Věda není žádná věda, v Evropské unii pak projekty POLLEN, ESTABLISH, PROFILES, TEMI, MASCIL, S-TEAM atd.). Tyto projekty převážně pracují právě s IBSE, vytvářejí řadu materiálů pro učitele i žáky a usnadňují realizaci IBSE ve výuce. Příkladem výstupu z projektu může být materiál Plastic and Plastic waste (Čtrnáctová, Ganajová, Šmejkal, 2014), který vznikl díky projektu ESTABLISH. Nejdůležitější projekty v ČR a v Evropě popisuje ve své práci Nedomová (2010), aktuálněji Bílek a Machková (2014) nebo Kireš (2016). Protože jsou v těchto pracích projekty velmi dobře zmapovány, podrobně si představíme dva, kterých se autorka této práce aktivně účastnila.

První z nich je projekt Věda není žádná věda – Žákovský pokus jako východisko pro výuku přírodních věd ve školách. Hlavní význam a cíl projektu spočíval ve vytvoření a praktickém ověření výukových a metodických materiálů, zpracovaných dle principů

badatelsky orientované výuky přírodních věd. Celkem bylo kolektivem řešitelů vytvořeno 104 jednotlivých výukových a metodických materiálů pro praktickou výuku chemie, biologie a fyziky pro základní a střední školy. Tyto materiály byly ověřovány v rámci pilotního zkoušení na základních a středních školách v České republice. Autorka spolupracovala na tomto projektu jako koordinátorka tvorby a ověřování materiálů pro biologii středních škol (Zámečnicková et al., 2013). Během tří let trvání projektu se jeho řešitelé podrobně seznámili s badatelsky orientovaným přístupem k vyučování a získali cenné zkušenosti při tvorbě a realizaci úloh s prvky tohoto přístupu.

Druhým projektem je TEMI (Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated, tedy Výuka bádáním se zapojením záhad). Do tohoto projektu byla v rámci ČR zapojena Přírodovědecká fakulta UK. Projekt TEMI vycházel z předpokladu, že žáky lze zaujmout pro výuku neznámými a nezvyklými pozorováními - „záhadami“. Záhada je v rámci projektu definována takto: „*Jev či událost, která vyvolává v žákovi pocit napětí a údivu, a tím spouští emocemi naplněný pocit „chci vědět“, který napomáhá zvědavosti a vyvolává kladení otázek, na něž může odpovědět bádání a aktivity pro řešení problému.*“ (McOwan et al., 2015). V rámci tohoto projektu byla vytvořena řada úloh z oblasti biologie, chemie, fyziky i matematiky (Loziak, 2015). Příkladem může být úloha „Vražda klenotníka Beketovova“, zabývající se řadou napětí kovů a jejich reaktivitou (Čtrnáctová et al, 2015), nebo publikace Bádáme, objevujeme a zkoumáme svět kolem nás – chemie 1 a 2 díl (Kolektiv autorů, 2015). Autorka této práce se podílela na přípravě úloh, plánování a realizaci školení pro učitele a sama se dále vzdělávala v oblasti IBSE.

V oblasti přírodovědných věd se v současnosti u nás řada prací věnuje IBSE jako prostředku pro výuku biologie. Jedná se například o práce spojené s Pedagogickou fakultou Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Jako směr pro inovaci přírodovědného vzdělávání v biologii ho uvádí Papáček, který dále analyzuje výběr učiva biologie vhodný pro IBSE, přípravu učitelů na na takto směřované vyučování a výzkum v oblasti didaktiky biologie orientovaný na IBSE (Papáček, 2010). V jeho pracích také nacházíme diskuzi nad limity zavádění IBSE do výuky biologie, a to v oblasti didaktiky biologie, připravenost učitelů na tento styl práce, vybavenosti škol apod. (Papáček, 2010). Stuchlíková (2010) stručně charakterizuje IBSE a popisuje jeho vnímání studenty učitelství biologie a humanitních oborů. Konkrétní úlohy z biologie nabízí například Petr (2010), který jako inspiraci pro tvorbu úloh doporučuje úlohy z biologické olympiády, kde se jako vhodné jeví zejména komplexní úlohy. Dále např. Nedomová (2010), která

pod vedením doc. RNDr. Věry Čížkové, CSc. zpracovávala svou práci na Přírodovědecké fakultě UK. Na Pedagogické fakultě UK lze uvést práci Nikrýnové (2012) a z Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity pak Kalové (2015). Obě nabízí IBSE jako možnost pro výuku některých botanických témat.

V posledních letech došlo k velkému rozvoji zájmu o badatelsky orientované vyučování i v oblasti chemie a věnuje se mu řada pracovníků na předních českých univerzitách. V pregraduální i postgraduální přípravě jsou sledovány nejnovější trendy a příprava pedagogů je jim přizpůsobována (Kričfaluši, 2014). V rámci oborových didaktik vzniká mnoho materiálů připravených pro využití přímo učiteli chemie, které jim umožňují zavedení IBSE do běžné školní výuky. Pro vyučující chemie jsou také organizována školení a workshopy, ve kterých se vyučující chemie blíže seznamují s principy IBSE a jeho využitím ve školní praxi (Finlayson, Maciejowska, Čtrnáctová, 2015). Na těchto univerzitách vzniká také řada prací věnující se této tematice. Jedná se například o Univerzitu Hradec Králové, kde pod vedením prof. PhDr. Martina Bílka, Ph.D. působila Svatoňová (2016), které na základě svého výzkumu vytvořila úlohy pro výuku anorganické chemie. Dále Ostravská univerzita, kde působí doc. RNDr. Marie Solárová, Ph.D. Pod jejím vedením Hlubková (2016) vytvořila soubor pracovních listů zabývajících se výukou alkalických kovů a kovů alkalických zemin prostřednictvím IBSE. Využití IBSE na střední škole se věnovala například Skálová (2016) z Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, která na základě realizovaných úloh zkoumala vztah žáků k IBSE. Velkou podporu má badatelsky orientované vyučování na Přírodovědecké fakultě UK, kde pod vedením prof. RNDr. Hany Čtrnáctové, CSc. pracuje řada studentů. Jako jednoho z nich lze uvést Petrilákovou (2014, 2015), která se zabývá využitím IBSE při výuce organické chemie. Zajímavým problémem se jeví také aplikace IBSE při výuce chemických výpočtů (Bojkovský, 2016), která je zkoumána rovněž na této fakultě. Také na území Slovenska se řada vysokoškolských pracovníků zabývá využitím IBSE v oblasti výuky chemie. Lze uvést prof. PhDr. Ľubomíra Helda, CSc., z Trnavské univerzity nebo doc. RNDr. Máriu Ganajovou, CSc., z Přírodovedeckej fakulty Univerzity P. J. Šafárika v Košicích. Pod jejím vedením vzniká práce vztahující se ke zkoumání postojů žáků k chemii na základě aplikace badatelských aktivit do výuky (Kristofová, 2013).

3.4. Metodika tvorby materiálů

Badatelsky orientované vyučování je založeno na konstruktivistickém modelu, využívá aktivizující metody i různé rozporné situace, které zvětšují pravděpodobnost aktivního zapojení žáků. Přestože prvky konstruktivistického stylu výuky se v českém školství objevují již řadu let (Trnová, 2013), má IBSE svá specifika, které je třeba mít na zřeteli. Žáci jsou konstruktéry hodiny a navrhnou vlastní pracovní postupy. Pracují na základě předešlých zkušeností, přebírají kontrolu nad svým učením, učí se vytvářet spojení mezi závěry svých experimentů a reálným světem (Dostál, 2015).

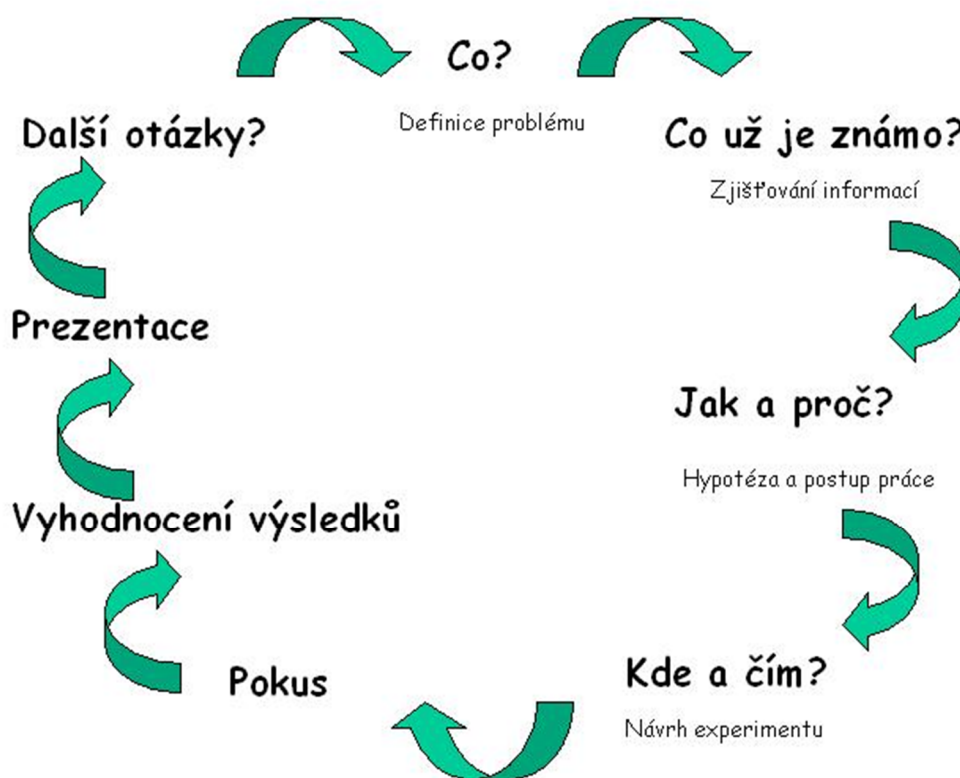
Práce dle principů IBSE však nutně implikuje změnu v úloze učitele. Hlavní funkce učitele během badatelsky orientované výuky lze shrnout do následujících bodů (Nezvalová, 2010):

- učitel se orientuje v problematice IBSE, má potřebné vědomosti a dovednosti;
- učitel reflektuje cíle a volí vhodné strategie k jejich dosažení – vybírá metody, prostřednictvím kterých se aktivně zapojují všichni žáci ve třídě, připravuje nezbytné materiály a nástroje pro žáky;
- učitel posiluje žakovu odpovědnost v procesu učení;
- učitel dokáže vhodně reagovat na neočekávané otázky a návrhy žáků;
- učitel svými dotazy stimuluje u žáků divergentní myšlení;
- učitel sleduje a vyhodnocuje postup žakova učení.

Jak tedy vytvořit materiály, které splňují aspekty badatelsky orientovaného vyučování? Jak vést hodiny, aby žáci skutečně sami pracovali a báдали? Na tyto otázky se snaží odpovědět tato kapitola, která se zabývá metodikou tvorby úloh využitelných při badatelsky orientovaném vyučování. Vymezení aktivity učitele a přiblížení jeho úlohy při přípravě a realizaci úloh jsou pak podrobněji rozebrány v praktické části této práce.

Jak již bylo řečeno, základem badatelsky orientovaného vyučování je konstruktivistický přístup k výuce, který vychází z předpokladu, že žák si vytváří a osvojuje poznatky na základě vlastní samostatné aktivní činnosti (Llewellyn, 2002).

Vytvořený model (obrázek 6) ilustruje postup kroků a otázek, které by měl žák učinit během svého bádání. Výzkumná metoda práce zahrnuje jak teoretickou část (stanovení výzkumné otázky, vytvoření hypotézy, studium zdrojů...), tak část praktickou (plánování a provedení experimentu, zhodnocení výsledků) (Votápková, 2013). Tabulka 3 ukazuje podrobnější rozpis těchto kroků i s otázkami, které by si měli žáci během své práce klást.

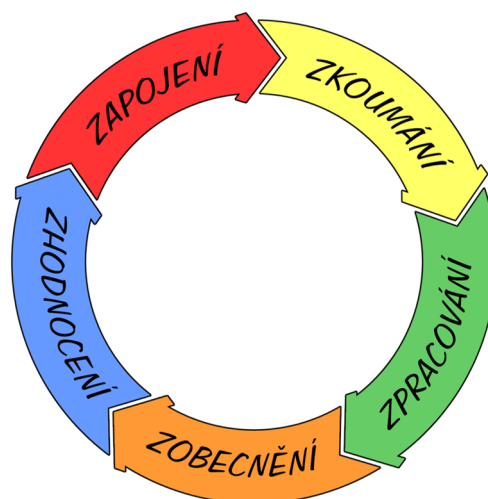


Obrázek 6. Konstruktivistický badatelský cyklus

Tabulka 3. Konstruktivistický badatelský cyklus

ČÁST CYKLU	POMOCNÉ OTÁZKY
CO? Definice problému	Co dělám? Jaké problémy jsou s tím spojeny? Jaké informace potřebuji?
CO UŽ JE ZNÁMO? Zjišťování informací	Kde jsou zdroje informací, jak se k nim dostanu? Co mohu zjistit z těchto zdrojů? Co jsem zjistil, co z toho použiji?
JAK A PROČ? Hypotéza a postup práce	Jaký mám nápad? Co si o mém nápadu myslí ostatní? Jakou možnost realizace nápadu vyberu?
KDE A ČÍM? Návrh experimentu	Co potřebuji k ověření nápadu? Kdo a co mi může pomoci při ověřování mé hypotézy? Kde a jak ověřím svůj nápad?
POKUS Praktická činnost a její výsledky	Jak experiment proběhl? Co jsem naměřil? Co jsem zjistil?
VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ Zpracování	Zjistil jsem všechno, co jsem chtěl? Co se povedlo? Potřebuji něco předělat nebo doplnit?
PREZENTACE Sdílení výsledků, konfrontace nového poznatku s výchozím	Jak to uspořádám? Jaké jsou výsledky? Jak to budu prezentovat?
DALŠÍ OTÁZKY? Vyhodnocení	Jsou ještě další otázky spojené s touto prací? Co teď s tím? Budu se zabývat jiným tématem?

Výuka pomocí bádání však má mnoho podob. Tento všeobecný model lze přetvořit do učebního cyklu, který jasně a srozumitelně charakterizuje jednotlivé kroky a umožňuje snadnější práci při plánování a realizaci úloh. Pro tuto práci bylo využito badatelsky orientované vyučování podle modelu 5E – Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate (Bybee, 2006). V češtině je tento model označován jako 5Z (obrázek 7) (Čtrnáctová, Teplá, 2015). Právě podle tohoto modelu se řídí úlohy vytvořené v této práci



Obrázek 7. Model učení 5Z

Pětifázový model učení nás provází konstrukcí a realizací badatelsky orientovaných úloh ve zjednodušené formě. Pro práci pomocí IBSE je nejvhodnější skupinová práce, při které lze využít řadu aktivizujících metod, jako například brainstorming, snowballing, role play a další (Sitná, 2009). Pro samotnou realizaci výuky je pak vhodné připravit materiály ve formě metodických listů pro učitele a pracovních listů pro žáky. Metodické listy pomohou učitelům připravit a vést hodinu, pracovní listy provedou žáky plánovanou úlohou. Pro tvorbu metodických listů lze doporučit, aby v úvodu tohoto materiálu bylo zařazení úlohy do výukového tématu, časový rozsah, potřebné pomůcky, chemikálie. Při konstrukci pracovních listů se osvědčuje nechat spíše volný prostor pro poznámky žáků, nezapisovat dlouhé a složité návody. Podrobnější rozpis jednotlivých doporučení pro konstrukci metodických a pracovních listů je uveden u dílčích kroků práce dle cyklu 5Z.

Prvním krokem je **ZAPOJENÍ**, při kterém se učitel snaží motivovat žáky ke zkoumání daného jevu. Dále může zjišťovat stávající poznatky žáků. Vyučující, který je v úzkém kontaktu se svou třídou dokáže na základě svých zkušeností odhadnout, co vzbudí zájem jeho žáků (Starý, 2008). Dále je možné nahlédnout do různých periodik či internetových stránek určených pro danou věkovou skupinu či navázat na učivo předchozích hodin. Není také od věci ověřit svůj záměr na vrstevníkovi svých žáků a zjistit jeho reakce na připravované téma. Řada vyučujících má však naučené postupy, které mohou záměr badatelsky orientovaného vyučování zhatit hned v úvodu. Vyhnout by se měli nesprávné formulaci v úvodu pracovního listu, která bude připomínat běžnou výuku („Tématem dnešní hodiny jsou směsi.“) nebo příliš strohému a nezáživnému názvu úlohy („Směsi homogenní“). Lepší cestou je popustit uzdu kreativitě a vytvořit nějaký zajímavý

a neotřelý název úlohy („Mícháme a rozpouštíme“, „Zdivočelý barman“, apod.). Jako motivaci lze zařadit experiment, videoukázku či obrázek, provokativní otázku, rozporuplný článek, aktuální zprávu apod. V tomto kroku bádání je velmi důležitá úloha učitele, který může zapojit prvky „šoumenství“ a své žáky vtáhnout do řešené problematiky (Čtrnáctová, Teplá, 2016). Vyučující by však měl dbát na to, aby ukázka byla přiměřená věku žáků a aby dostatečně souvisela s tématem. V metodickém listu je vhodné uvést návody a nápady na motivační experiment, odkazy na zajímavé články či pomocné otázky pro zvýšení motivace žáků. V pracovním listu lze nechat prostor pro zhodnocení předvedeného experimentu, zaznamenat motivační otázky či použít shrnující text.

Ve fázi **ZKOUMÁNÍ** jsou žáci zapojeni do procesu zkoumání. Získávají informace o tématu, kladou si otázky a vytvářejí návrhy hypotéz, navrhují a realizují experiment, zaznamenávají data, vyhodnotí je, hledají souvislosti s výsledky zkoumání a obecnými principy jevů.

Při získávání informací vyučující vede žáky k tomu, aby se nejprve zamysleli, co oni sami vědí o daném tématu. Výsledky pak mohou porovnat ve skupině či v celé třídě. Je také možné zadat přípravu informací k tématu jako domácí úkol nebo připravit materiály ke studiu přímo v hodině. Je dobré se vyhnout volbě příliš obtížného textu, jehož četba by mohla vést ke ztrátě motivace žáků. Ani druhý extrém, připravit již výpisky či souhrn informací není příliš vhodný. Během práce by měl vyučující se žáky diskutovat o věrohodnosti zdrojů a také poukazovat na nutnost čerpat informace z více oblastí (knihy, časopisy, internet). Text lze připravit do pracovního listu nebo na předem připravené panely rozmístěné učebně.

Pro fázi kladení otázek a výběru výzkumné otázky je nutné vytvořit bezpečnou a tvůrčí atmosféru. Žáci by se neměli obávat, že nějaká odpověď je špatná či neodborná. Zařazení zajímavého tématu samo o sobě evokuje řadu otázek a nápadů, které by vyučující měl podpořit a podnítit jejich rozvedení. V metodickém listu je žádoucí uvést příklady otázek, které by měli žáky směřovat ke vhodné formulaci hypotézy. V pracovní listu je vyhrazený prostor pro první nápad, který by si měl každý žák zaznamenat. Dále se vyučující snaží zapojit všechny žáky ve třídě a motivuje je k vymýšlení různorodých otázek, nejlépe takových, které vyžadují složitější odpověď (nestačí na ně odpovědět pouze ANO/NE). Právě při skupinové práci se často stává, že se ozývají neaktivnější žáci a ostatní se ke slovu nedostanou. Je proto možné opět nechat každého nejprve pracovat samostatně,

připravit si své otázky a pak diskuzi rozvinout nejprve do dvojic, dále do skupin i celé třídy. Během celého procesu kladení otázek se vyskytne i spousta zavádějících otázek či otázek souvisejících s tématem pouze vzdáleně. Je třeba diskutovat spolu s žáky a otázky třídit, usměrňovat je podle toho, jaký byl záměr pro danou lekci. Určitě není přínosné rozdělovat otázky na správné a špatné, vyučující by neměl hodnotit ani komentovat úroveň otázek žáků. Je nutno podotknout, že se tak neděje vždy jen slovně, ale často je třeba hlídat i neverbální stránku komunikace (gesta rukou, výraz tváře apod.) Často je však velmi přínosné ponechat žákům více volnosti a nechat je vybrat výzkumnou otázku podle toho, co je nejvíce zajímá. Pokud by vyučující prosadil svou předem rozmyšlenou otázku, může dojít ke ztrátě zaujetí žáků a chuti se danému tématu věnovat, protože vlastně zkoumají něco, co jim předložil a vymyslel někdo jiný. Jako limitující faktor pro zkoumání dané hypotézy nám však může sloužit vybavení učebny, pomůcky apod. Vybraný nápad vzešlý z diskuze ze skupiny si žáci mohou zaznamenat do určeného prostoru v pracovním listu.

Dalším důležitým krokem je formulace hypotézy. Jelikož žáci mají simulovat vědecký postup, musí si uvědomit, že skuteční vědci nejprve vysloví domněnku, kterou si následným experimentem potvrdí či vyvrátí. Budou tak mít jasně stanovený cíl svého pokusu, budou se snažit poznat a přiblížit si realitu. Správně zformulovaná hypotéza by měla splňovat několik charakteristik. Měla by být jednoznačná (buď jí potvrdíme, nebo vyvrátíme), je možné ji ověřit, je možné ji zobecnit na větší počet jevů, dá se kvantitativně popsat a musí být stanovena dostatečně podrobně (nesmí zahrnovat příliš mnoho faktorů ke zkoumání. Příkladem může být hypotéza: “Se stoupající teplotou roztoku v něm lze rozpustit více látky (kuchyňské soli)“. Dle této hypotézy budeme pozorovat určitý jev – rozpustnost (hypotéza je jednoznačná), hypotézu lze otestovat v podmínkách laboratoře (je ověřitelná), po ověření hypotézy lze výsledky vztáhnout i na jiné látky (je zobecnitelná), lze zvážit množství látky, která se při dané teplotě rozpustí v daném množství roztoku (je měřitelná) a zaměřuje se na konkrétní jev – teplotu roztoku a hmotnost rozpouštěné látky (je specifická). Často se stane, že vyučující již dopředu ví, že daná hypotéza bude vyvrácena. Práce s chybou je však pro žáky velmi důležité, a proto by se měli nechat pracovat zvoleným postupem. Pokud bude na konci jejich bádání hypotéza vyvrácena, mají ideální příležitost zhodnotit, zdali by měli příště postupovat jinak a která hypotéza bude vysvětlovat daný jev v souladu s realitou.

Samotné plánování pokusu a jeho realizace také vyžadují pozornost učitele. Měl by žákům zdůraznit hlavně omezení při realizaci pokusu z hlediska nabízených pomůcek, časového rozsahu hodiny a bezpečnosti při práci. Stejně jako u formulace hypotézy by pak neměl žáky směřovat k vybrání jednoho „správného“ postupu a bezdůvodně zamítat návrhy žáků. Je také třeba zdůraznit důležitost zaznamenávání získávaných dat. Pracovní list může být pro tento účel doplněn o návodné otázky. Dále mohou být již uvedeny pomůcky, které mohou žáci během experimentování využít. To zúží žákům potenciální možnosti a zaměří jejich pozornost žádoucím směrem. V metodickém listu je pak nutností zaznamenat postup při provedení očekávaného experimentu, ale i možná jiná řešení, která mohou chtít žáci realizovat.

Během **ZPRACOVÁNÍ** žáci formulují závěry, konfrontují své předpoklady ze začátku experimentu s výsledky, ke kterým došli. Učitel by měl aktivně zjišťovat, zda žáci rozumí závěrům, které z pozorování vyvodili. Zároveň by se však měl vyhnout schvalování správných závěrů a u nepotvrzených domněnek pak kritickému zhodnocení postupu a práce žáků. Dále musí dbát na jasné a jednoznačné závěry žáků, které by měly být vztaženy k hypotéze a zabývat se jejím potvrzením či vyvrácením, nikoli pouze konstatováním výsledků pokusu („Pokus nám vyšel/nevyšel“). Většina z nás potřebuje výcvik, abychom si osvojili dovednost správně formulovat argumenty (Kuhn, 1991) a vědecká argumentace je těžší než např. sociální, neboť vyžaduje širší teoretické znalosti a nelze tolik využívat zkušenosti z přirozených životních situací (Osborne, 2004). Metodický list zahrnuje předpokládané výsledky experimentů včetně rovnic dějů a popisu pozorovaných jevů. V pracovním listu se této fázi věnuje pasáž výsledky, kde lze předem připravit opěrné otázky a shrnující text připravený k doplnění.

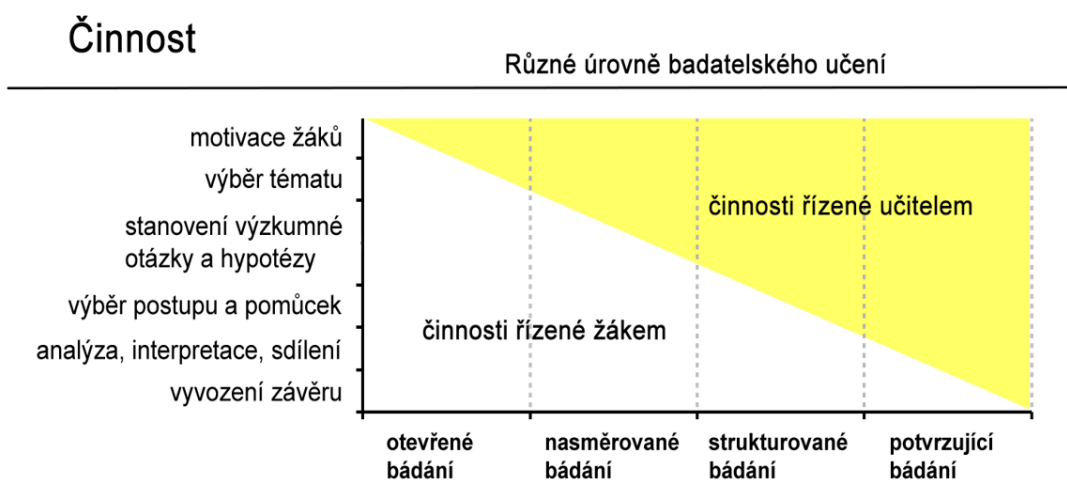
ZOBECNĚNÍ slouží k rozšíření a aplikaci získaných poznatků. Vyučující společně se žáky hledá souvislosti mezi obecně známými jevy a výsledky experimentů a poukazuje na to, zda závěry jejich práce lze vztáhnout i na jiné obdobné situace, podobné látky a shodné procesy. Metodický list by měl obsahovat obecné charakteristiky pozorovaných jevů a shrnutí obecných principů, které z vlastního pokusu vyplývají. Do pracovního listu lze uvést schémata, tabulky či diagramy, které využívají naměřené hodnoty a aplikují je na obdobné děje.

Žáci při **ZHODNOCENÍ** rozvíjejí schopnost posuzovat, analyzovat a vyhodnocovat výsledky své práce. Prezентují závěry, ke kterým během své práce došli, i své postřehy a poznatky ze samotné experimentální práce. Správně vedené badatelská činnost by také

v závěru měla poskytnout dostatek námětů a dalších otázek pro navazující práci. Metodický list pak nabídne další rozšiřující texty, obrázky či odkazy na širší souvislosti dějů pozorovaných během vlastního experimentu. V pracovním listu je této fázi vyhrazena pasáž závěr. Formulaci závěru lze připravit např. jako text k doplnění nebo shrnout body, které by se měly v závěru objevit.

Učitel si musí také zvolit, jakou úroveň badatelsky orientovaného vyučování využije (jednotlivé úrovně jsou podrobněji rozepsány v kapitole 3.2). Obrázek 8 znázorňuje ve zjednodušené formě vzájemný poměr zapojení učitele a žáka při jednotlivých úrovních IBSE (zpracováno dle Sdružení Tereza, 2013).

Znázornění vzájemného poměru zapojení učitele a žáka při BOV



Obrázek 8: Vzájemný poměr zapojení učitele a žáka

3.5 Pilotní zkoušení vytvořených materiálů

Pro účely výzkumu bude vytvořen soubor materiálů využitelných pro výuku obecné a anorganické chemie. V rámci přípravy úloh pro vlastní výzkum budou tyto úlohy hodnoceny pomocí dokumentu „Diagnostické nástroje na podporu výskumne ladenej koncepcie v prírodovednom vzdelávaní (Bergman, 2013), hodnotící arch pro primární a sekundární stupeň vzdělávání, část A a B“ (Příloha 5). Pomocí hodnotícího listu budou sledovány hlavně interakce mezi učitelem a žáky a také aktivity žáků. Přestože ne všechny aspekty badatelsky orientovaného přístupu jsou zastoupeny v otázkách v hodnotícím listě, dá se předpokládat, že kladně zodpovězené otázky tohoto listu naznačí pozitivní trend v implementaci badatelsky orientovaného vyučování do výuky chemie.

Konkrétní příklady konstrukce úloh badatelsky orientovaného vyučování přináší kapitola 4.3.

3.6. Teoretická východiska výzkumu

Výzkum realizovaný v rámci této práce se věnuje vlivu využívání badatelsky orientované výuky na vnímání předmětu chemie. Pro zodpovězení této i dalších otázek (viz výše) bude využito kvalitativního přístupu. Výhodou tohoto přístupu je větší vhléd do zkoumaného problému, bližší přístup ke zkoumaným osobám a proniknutí do situací, ve kterých vystupují (Gavora, 2010). Jako nejvhodnější design výzkumu vybrána případová studie, která by měla poskytnout informace o fungování výuky IBSE v praxi a jejím vlivu na aktéry (Švaříček et al., 2007).

Případová studie nebývá v odborné literatuře vždy zcela jasně vymezena, rozdíly mezi pojetím jednotlivých autorů jsou však nevelké. V zásadě lze tedy případovou studii označit jako empirický design, jehož smyslem je velmi detailní zkoumání a porozumění jednomu nebo několika případům (Hendl, 2008). To vede k těsnějšímu přiblížení se k předmětu a k možnosti odhalit vnitřní perspektivy účastníků. Validita výzkumu pak bude zajištěna jeho dlouhodobostí, neboť bude prováděn po celý jeden školní rok.

Prvním krokem případové studie je určení výzkumného tématu a definování otázek bádání. Výzkumným tématem je využití IBSE při výuce obecné a anorganické chemie při výuce v osmém ročníku základních škol (a odpovídajících ročnících víceletých gymnázií) a výzkumný problém je definován takto:

- Jaký vliv na vnímání předmětu chemie má využití IBSE?

Další otázky bádání jsou:

- Jak žáci reagují na tento styl práce?
- Jak se rozvíjejí badatelské dovednosti žáků?

Dále pak následuje výběr případu. U kvalitativního přístupu to musí být výběr záměrný tak, aby vybrané osoby byly vhodné, tedy měly potřebné vědomosti a zkušenosti z daného prostředí (Gavora, 2010). Výzkumy ukazují, že největší možnost vzbuzení zájmu žáku o dané téma se naskytá ve věku 14 let (Osborne, Dillon, 2008). Proto bude výběr případu zacílen na třídu v tomto věkovém rozsahu. Práce s touto skupinou bude probíhat po delší časový úsek v rozsahu jednoho školního roku. Pro využití IBSE jsou také důležité tyto

žákovy předpoklady, a proto na ně bude brán zřetel při výběru výzkumného vzorku (Nezvalová, 2010):

- žák se rád učí a spolupracuje s ostatními – zájem o učení, schopnost spolupráce s ostatními žáky, zodpovědnost v učení, kreativita, aktivní přístup k učení;
- žák provádí pozorování – pozornost a kritičnost při pozorování, žák se dokáže dotazovat – generace myšlenek, nápadů a schopnost propojovat je s předchozími, následně klást relevantní otázky a hledat vysvětlení;
- žák plánuje a provádí učební aktivity – navrhuje metody k verifikaci hypotéz, provádí výzkumné aktivity, třídí informace, zpracovává výsledky (nákresy, výzkumné zprávy, grafy, ...);
- žák je kritický k procesu učení – schopnost sebereflexe.

Významnou etapou výzkumu je sběr dat a jejich analýza. Pro hodnocení jednotlivých částí výzkumu bude využíváno spíše formativní hodnocení, které poskytuje zpětnou vazbu před anebo během vyučování a poskytuje tak učiteli možnost plánovat a vylepšovat vyučování a žákovi pomáhá v procese učení (Kireš, 2016). Pro formativní hodnocení v IBSE doporučuje Ganajová (2014) následující strategie:

- podporu komunikace žáků;
- využití kladení otázek učitelem, aby si vytvořil představu o žákově učení a dokázal dále rozvíjet jejich myšlenky a kompetence;
- poskytování zpětné vazby žákům;
- využití zpětné vazby od žáků k usměrnění procesu učení;
- podporu sebehodnocení žáků.

Problematikou hodnocení v procesu badatelsky orientovaného vyučování se zabývá například projekt SAILS (Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science), který si klade za cíl připravit učitele ke kompetentnímu hodnocení žáků. V rámci tohoto projektu jsou vytvářeny hodnotící nástroje, které učitelům i žákům poskytují zpětnou vazbu a pomáhají dosahovat vzdělávací cíle. Dále lze jmenovat například projekt ESTABLISH, který připravil materiály pro hodnocení žáků ve formě dotazníků. Zpracované hodnotící nástroje nabízí také Bergman (2013) a právě ty budou využity při plánovaném výzkumu.

Během výzkumu budou využity tyto postupy a metody sběru dat:

- zúčastněné pozorování
- didaktický test
- sebehodnocení žáků
- žákovské portfolio
- sebehodnotící dotazník pro žáky

Zúčastněné pozorování

Zúčastněné pozorování jako metoda, při které sledujeme studované jevy přímo v prostředí, kde se odehrávají. Nejčastěji se při tomto výzkumu badatel pohybuje ve studovaném terénu, aniž by se pozorovaných jevů účastnil. Pro realizaci by však tento způsob byl nepraktický, a proto bylo vybráno plné zúčastněné pozorování, při které výzkumník nejen aktivitu sleduje, ale přímo se účastní všech probíhajících procesů. Během zúčastněného pozorování vznikají terénní poznámky, které jsou posléze vyhodnocovány. U vybraných žáků bude sledován postup práce, schopnosti práce ve skupině, zvládnutí jednotlivých úrovní badatelské práce apod. K tomuto účelu bude využit hodnotící arch monitorující aktivity žáků (příloha 1) přepracovaný podle Bergmana (2013). Pro detailnější sledování budou vybráni žáci, kteří vykážou nejnižší úroveň očekávaných dovedností na základě didaktického testu.

Didaktický test

Jednou z podmínek badatelsky orientovaného vyučování jsou určité minimální vstupní dovednosti žáků (Čtrnáctová, Šmejkal, 2015). Pro otestování vybrané skupiny byl vybrán didaktický test (příloha 2), užitý v rozsáhlém výzkumu přírodovědných dovedností v oblasti biologie, geografie a chemie (Řezníčková, 2013). Jako vhodný nástroj pro testování byl zvolen didaktický test určený pro mladší žáky. Testovány budou tyto dovednosti: kladení relevantních výzkumných otázek, vyhledávání informací v textu, tabulce či grafu, vyhodnocení údajů získaných z více zdrojů, zaznamenání údajů získaných z textu do tabulky nebo grafu. Test je založený na jedné komplexní úloze, z níž vychází dílčí úlohy, a to jak uzavřené, otevřené se stručnou odpovědí i úlohy otevřené se širokou odpovědí. Cílem přípravné fáze výzkumu bude zjištění úspěšnosti žáků při řešení

úloh ověřujících obecné a specifické chemické dovednosti. Tím dojde k ověření, že daná skupina žáků je pro zvolený design kvalitativního výzkumu vhodná.

Sebehodnocení žáků

V průběhu výzkumu budou testovány materiály, využitelné pro badatelsky orientovaného vyučování obecné a anorganické chemie, a žáci, kteří tyto úlohy absolvují, budou vyplňovat dotazník pro hodnocení proběhlé hodiny i vlastní práce (příloha 3). Protože předmětem výzkumu jsou jevy, které nelze přesně změřit, bude při konstrukci dotazníku využita také ratingová metoda. Při její realizaci jde o posuzování jinak neměřitelných kvalit určitých jevů tak, že k posuzované hodnotě daného jevu je přiřazena určitá kvantitativní hodnota na škále (Pelikán, 2004). Další částí dotazníku bude posuzování vlastních dovedností a hodnocení své práce i náplně hodin.

Žákovské portfolio

Během výzkumu budou shromažďovány materiály monitorující práci žáků. Bude se jednat o pracovní záznamy, protokoly, myšlenkové mapy, postřehy a připomínky k hodinám, přičemž hlavní důraz bude kladen na záznamy žáků z provedených laboratorních prací. Na těchto materiálech bude možné sledovat, zda se zlepšují badatelské dovednosti žáků (relevantnost hypotéz, kvalitní návrh a záznam pracovního postupu, smysluplný závěr apod.). K tomuto účelu bude využit hodnotící arch monitorující záznamy žáků (Bergman, 2013), hodnotící arch pro primární a sekundární stupeň vzdělávání, část C, hodnotící záznamy žáků.

Sebehodnotící dotazník pro žáky

Jako konečný výstup bude využit sebehodnotící dotazník pro žáky (příloha 4), který doporučuje Česká školní inspekce ve své Metodice pro hodnocení přírodovědné gramotnosti (ČŠI, 2015).

4 Praktická část

Pro efektivní využití IBSE ve výuce chemie je třeba brát ohled několik důležitých bodů (Čtrnáctová 2013). Jedná se zejména o to, zda:

- kurikulární dokumenty umožňují zavedení tohoto přístupu;
- je pro vyučující připraven dostatek materiálů pro přímé použití při výuce;
- jsou žáci vybaveni základními dovednostmi, aby byli schopni pracovat pomocí IBSE;
- jsou vyučující řádně seznámeni s principy badatelsky orientovanou výuky a jsou schopni realizace hodin takto zaměřených.

Pro realizaci výzkumu tedy bylo nutné prozkoumat současné kurikulární dokumenty, vytvořit sadu materiálů, které byly během výzkumu použity a otestovat dovednosti žáků. Poslednímu bodu, seznámení vyučujících s IBSE a práce s ní, se tato práce nevěnuje.

4.1 Současné kurikulární dokumenty v ČR

Pro výuku přírodovědných předmětů v České republice jsou stanoveny dokumenty, které určují strategii dalšího vývoje a rozvoje vzdělávání na jeho základní i střední úrovni. Jsou to Rámcové vzdělávací programy a Školní vzdělávací programy (Čtrnáctová, Čížková, 2007). Jak již bylo uvedeno, výuka pomocí IBSE má velký potenciál vybavit žáky klíčovými kompetencemi k řešení problému, jak vyžadují současné kurikulární dokumenty ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda (RVP ZV, 2007):

Na konci základního vzdělávání žák:

- 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;
- vyhledá informace vhodné k řešení problému, nachází jejich shodné, podobné a odlišné znaky, využívá získané vědomosti a dovednosti k objevování různých variant řešení, nenechá se odradit případným nezdarem a vytrvale hledá konečné řešení problému;
- 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;

- kriticky myslí, činí uvážlivá rozhodnutí, je schopen je obhájit, uvědomuje si zodpovědnost za svá rozhodnutí a výsledky svých činů zhodnotí.

Školní vzdělávací programy jsou kurikulární dokumenty, podle nichž se má vzdělávání realizovat na dané konkrétní škole. Byly zpracovány dle metodických pokynů na základě RVP, ale jednotlivé školy při jejich vytváření mohly uplatnit svá specifika a požadavky. ŠVP jednotlivých škol jsou zveřejněna většinou na webových stránkách školy. Jsou zpracovány různým způsobem, například tabulkou či slovním pojednáním. Pro realizaci výzkumu bylo vybráno Gymnázium Omská v Praze 10. I tato škola si podle specifikací rámcových vzdělávacích programů vytvořila vlastní ŠVP. V ŠVP tohoto gymnázia můžeme nalézt odkazy na IBSE v rámci rozvíjení klíčových kompetencí. Proto je zařazení takové výuky vhodné a žádoucí. Vybrané části ŠVP dokládající souvislost tohoto dokumentu s principy badatelsky orientovaného vyučování jsou uvedeny níže.

Kompetence k učení

- ... žák vyhledává, porovnává a kriticky hodnotí informace z různých zdrojů na základě získaných přírodovědných vědomostí a dovedností ...
- ... zpracovávat informace z hlediska důležitosti a objektivitu a využívat je k dalšímu učení ...
- ... pozorovat a experimentovat, porovnávat výsledky a vyvozovat závěry ...
- ... správně zaznamenat a zdokumentovat experiment ...

Kompetence k řešení problémů

- ... vytváří praktické problémové úlohy a situace a učí žáky prakticky problémy řešit ...
- ... chápat vzájemné souvislosti či zákonitosti přírodních faktů ...
- ... poznatky zobecňovat a aplikovat ...
- ... logickému vyvozování a předvídání specifických závěrů ...
- ... schopnost objevovat a formulovat problém a hledat různé varianty řešení ...
- ... netradiční (originální) způsoby řešení problémů, oceňuje iniciativu, diskutuje o návrhu ...
- ... podporuje samostatnost, tvořivost a logické myšlení ...

Kompetence komunikativní

- ... otevřeně vyjadřovali svůj názor ...
- ... stručně, objektivně a přehledně vyjadřovat pracovní postup a výsledky svých pozorování a experimentů ...
- ... přemýšlet o předloženém problému, vyjádřit svůj názor, svou hypotézu a konfrontovat s danými fakty ...

- ... využívat vědomostí z chemie a dalších přírodních věd k vytvoření vlastního názoru ...
- ... podporuje kritiku a sebekritiku ...
- ... publikovat a prezentovat své názory a myšlenky...

Kompetence sociální a personální

- ... osvojování dovednosti kooperace a společného hledání optimálních řešení problémů ...
- ... vede žáky v chemické laboratoři k týmové práci ...
- ... podporuje vzájemnou pomoc žáků ...

Kompetence pracovní

- ... optimálně plánovat a provádět soustavná pozorování a experimenty a získaná data zpracovávat a vyhodnocovat ...
- ... dlouhodobé skupinové i samostatné práce ...
- ... využívání získaných znalostí a zkušeností z chemie v praktickém životě ...

Z analýzy jednotlivých kompetencí tohoto ŠVP je patrné, že poskytuje dostatečný prostor po zařazení úloh IBSE. Proto bylo pro výuku chemie třetího ročníku osmiletého gymnázia naplánováno vytvoření a realizace souboru materiálů splňujících principy IBSE. Nutností výuky je však nejenom rozvíjet kompetence, ale i předávat znalosti tématu, které si žáci v rámci výuky osvojují. Přehled témat a k nim vytvořených úloh je zaznamenán v kapitole 4.2.

4.2 Implementace IBSE do výuky chemie

Na základě analýzy ŠVP vybrané školy a tematického plánu pro danou třídu byl vypracován soubor témat vhodných pro vytvoření materiálů využívajících IBSE přístupu. Pro badatelsky orientovanou výuku je velmi žádoucí objevný způsob práce, využívající experimentování žáků. Pro realizaci pokusů a demonstrací však není příliš použitelný frontální způsob výuky, a proto se ukázalo vhodnější vytvořit materiály využitelné v laboratorních pracích, časově odpovídající rozsahu 45 minut. Jednotlivá témata vycházejí z potřeb pro výuku dané třídy. Přehled témat a k nim vytvořených úloh ukazuje tabulka 4.

Tabulka 4. Přehled zpracovaných úloh

TÉMA	ÚLOHA
Směsi	Pomozte Popelce!
Voda	Plovoucí vajíčko
Kyslík – Atmosféra	Džin z lahve
Rychlost chemické reakce	Rychlý a rychlejší
Vyčíslování chemických rovnic	Počítáme atomy
Periodická soustava prvků	Prvky, kam se podíváš
Chemické prvky – aktivní uhlí	Odbarvení vody
Reakce kyselin s kovy	Vznosný plyn
Kyseliny, zásady	Kyselé a to druhé
Neutralizace	Když se utká kyselina a zásada
Dvoupřvkové sloučeniny – oxidy (o. uhličitý)	Neviditelné hašení
Dvoupřvkové sloučeniny – oxidy	Kde se berou kyselé deště?
Soli	Hanbaté vajíčko
Soli	Krápníkové zázraky
Soli	Tvrdość vody – Může voda dělat boule?

Pro účely výzkumu bylo tedy vytvořen soubor 15 materiálů. Tento počet odpovídá počtu laboratorních prací realizovaných podle tematického plánu v experimentální třídě a je v souladu s jejím ŠVP. Jednotlivá témata byla zvolena tak, aby vhodným způsobem pokrývala tematický plán dané třídy (Příloha 6).

Vytvořené materiály byly pilotně odzkoušeny ve třídě s porovnatelným zastoupením chlapců a děvčat ve stejné věkové kategorii jako vybraný vzorek. Materiály byly testovány z hlediska časového rozsahu, srozumitelnosti zadání, bylo sledováno zapojení žáků a jejich motivace. Dle podnětů a závěrů z pilotního zkoušení byly materiály upraveny, většinou bylo zkráceno zadání a zjednodušený pracovní list. Pro testování materiálů byla využita publikace Diagnostické nástroje na podporu výskumne ladenej koncepcie v prírodovednom vzdelávaní (Bergman, 2013). Konkrétně se jednalo o hodnotící arch pro primární a sekundární stupeň vzdělávání, část A a B (Příloha 5). V části A je pozornost věnována interakci učitele a žáka v oblasti odhalování představ

žáků, podporování výzkumné činnosti žáků a usměrňování procesu analýzy a tvorby závěrů. Tento postup se ukázal jako přínosný, neboť pomohl při dalších korelacích jednotlivých materiálů, ale také ujistil vyučujícího, že k vedení výuky během badatelsky orientovaného vyučování přistupuje v souladu s obecně uznávanými principy.

4.3 Metodické listy k vytvořeným materiálům

Tato kapitola předkládá výčet vytvořených materiálů včetně přibližné struktury badatelské hodiny. Jsou zde komentovány zkušenosti z pilotního zkoušení materiálů i z jejich realizace při výzkumu. Jednotlivé kroky badatelského cyklu jsou doplněny o postřehy a návody pro učitele. Každý materiál je ilustrována příslušným pracovním listem se vzorovým řešením, které je vyznačeno červenou barvou. Jak však již bylo uvedeno, bádání žáků může nabrat i předem nepředpokládaný směr. Na některá možná jiná řešení je upozorněno v metodickém listu k příslušnému materiálu. Pracovní listy samotné jsou pak uvedeny v příloze 7.

4.3.1 Metodický list ÚLOHA č. 1 - Pomozte Popelce!

Téma: Směsi, metody oddělování složek směsí

Forma výuky: skupinová

Časová dotace: 45 minut

Cílová skupina žáků: třetí ročník osmiletého gymnázia

Potřebné pomůcky: kádinky, filtrační kruh, stojan, filtrační papír, nálevka, krystalizační miska, kahan, síťka

Potřebné chemikálie: kuchyňská sůl, mletý pepř

Průběh hodiny:

Zapojení

Prvním krokem úlohy je motivace, kdy jsou žáci pomocí známé pohádky seznámeni s problémem – před nimi je směs soli a mletého pepře a jejich úkolem je oddělit tyto dvě složky.

Zkoumání

Dalším krokem je zjišťování informací, žáci si vyhledávají a připomínají pojmy směs, oddělování složek směsí.

Poté žáci navrhnou různé možnosti, kterými by oddělili sůl od pepře, lze použít např. metodu brainstormingu. Může se objevit možnost přebírání, vyfoukávání, rozpuštění směsi apod. Zde učitel nekomentuje a nehodnotí jednotlivé nápady, pouze je zaznamenává na tabuli. Následně žáci shrnou, co si o předestřených možnostech myslí a vyberou nejlepší pro řešení daného úkolu. V další části práce žáci plánují průběh experimentu a vybírají pomůcky potřebné k jeho provedení, sestavují aparaturu a provádějí pokus.

Zpracování

Žáci si zaznamenají výsledky pokusů a na závěr diskutují relevantnost a průkaznost svého postupu. Učitel během práce pomáhá otázkami, avšak nepotvrzuje ani nevyvrací směr bádání. Žáci mohou postupovat jiným než vzorovým způsobem – například směs nepřefiltrují, nechají sůl vykrytalizovat, tím mají původní směs a postup musí obměnit. Zkontrolujeme, zda žáci správně použili a zakreslili filtrační aparaturu.

Zobecnění

Učitel pomáhá posílit získané poznatky rozšířením aplikace důkazů na nové situace. Diskutuje se žáky a poukazuje na skupenství oddělovaných složek. Filtrace je vhodná k oddělení pevné nerozpustné složky od kapalných či plyných látek. Krystalizace pak k oddělení pevné složky rozpuštěné v kapalině.

Zhodnocení

Žáci posuzují, analyzují a hodnotí svou práci, zvažují její možná vylepšení.

Pracovní list:

POMOZTE POPELCE!

Všichni znáte pohádku o Popelce, která musela přebrat hrách od popela, aby mohla jít tančit na ples. Zlá macecha jí však připravila ještě těžší úkol; Popelka musí rozdělit sůl a pepř a s tím si sama neporadí!



<http://fotoalba.xchat.cz/original.php?id=19192629&psize=1>

Otázka: Jak oddělit sůl od pepře?

Co už znám?

Vyhledej a připomeň si pojmy směs, oddělování složek směsí.

Směs je látka, která se skládá ze dvou a více chemicky čistých látek.

Jednotlivé složky je možné ze směsi oddělit na základě rozdílných fyzikálních vlastností (hustota, teplota tání a varu, rozpustnost, magnetické vlastnosti aj.). Metodou oddělování složek směsi je např. usazování, filtrace, krystalizace, destilace aj.

Navrhni, jak bys oddělil obě složky.

První nápad:

Rozpuštění směsi ve vodě, následná filtrace (oddělení pepře) a krystalizace (oddělení soli).

Nápady ve skupině:

Rozpuštění směsi ve vodě, následná filtrace (oddělení pepře) a krystalizace (oddělení soli).

Vybraný návrh:

Rozpuštění směsi ve vodě, následná filtrace (oddělení pepře) a krystalizace (oddělení soli).

Jaký pokus navrhneš k ověření svého návrhu řešení? Jaké pomůcky k tomu budeš potřebovat?

Rozpuštění směsi ve vodě, následná filtrace (oddělení pepře) a krystalizace (oddělení soli). Krystalizace může být buď volná, nebo může být urychlena zahříváním roztoku nad kahanem

Pomůcky: kádinky, filtrační kruh, stojan, filtrační papír, nálevka, krystalizační miska, kahan, síťka

Jak to proběhlo? Jak to dopadlo? Co jsi zjistil? Zjistil jsi všechno, co jsi chtěl?

Při rozpouštění směsi se sůl rozpustila, pepř zůstal v roztoku v pevném skupenství. Pepř se zachytil při filtraci na filtračním papíře. Filtrát jsme zahřívali nad kahanem, po odpaření vody na stěnách misky vykryštovala sůl.

Co se povedlo? Budeš na něčem ještě pracovat, potřebuješ něco zopakovat, předělat či doplnit?

Příště bychom měli lépe zacházet s filtračním papírem, při první filtraci se papír protrhl a museli jsme filtraci opakovat.

Jak to uspořádáš? Jak to budeš prezentovat?

Filtrací se oddělují pevné složky od roztoku. K oddělení pevné složky rozpuštěné v kapalině použijeme krystalizaci.

Další otázky? Co teď s tím? Napadají tě další otázky spojené s touto prací?

Jak by vypadaly krystaly soli, pokud bychom roztok nezahřívali, ale nechali vodu odpařovat volně?

4.3.2 Metodický list ÚLOHA č. 2 – Plovoucí vajíčko

Téma: Hustota

Forma výuky: skupinová

Časová dotace: 45 minut

Cílová skupina žáků: třetí ročník osmiletého gymnázia

Potřebné pomůcky: kádinky, vajíčko

Potřebné chemikálie: kuchyňská sůl, cukr

Průběh hodiny:

Zapojení

Vyučující předvede „kouzelnický trik“ – připraví dvě kádinky s vodou. V jednu naplní čistou vodou, druhou nasyceným roztokem kuchyňské soli. Do první kádinky vloží syrové vajíčko, které klesne ke dnu. Druhé vajíčko „zakleje“ a vložíme jej do kádinky s roztokem kuchyňské soli. Vajíčko bude plavat na hladině. Vyzve žáky, aby navrhli a provedli pokus, kterým odhalí kouzelnický trik.

Zkoumání

Při úspěšné řešení úlohy může žákům pomoci křížovka v úvodu pracovního listu. Jejím vyluštěním se dostanou k pojmu HUSTOTA.

Poté žáci navrhnou různé možnosti, jak chtějí docílit, aby vajíčko plavalo. Mohou navrhnout zvýšit hustotu roztoku např. přidáním kuchyňské soli nebo řepného cukru. Také mohou chtít snížit hustotu vajíčka např. jeho vyfouknutím. Následně žáci shrnou, co si o předestřených možnostech myslí a vyberou nejlepší pro řešení daného úkolu. V další části práce žáci plánují průběh experimentu a vybírají pomůcky potřebné k jeho provedení a provádějí pokus.

Zpracování

Žáci si zaznamenají výsledky pokusů a na závěr diskutují relevantnost a průkaznost svého postupu. Učitel během práce pomáhá otázkami, avšak nepotvrzuje ani nevyvrací směr bádání.

Zobecnění

Učitel pomáhá posílit získané poznatky rozšířením aplikace důkazů na nové situace. Diskutuje se žáky a poukazuje na další možnosti využití různých hustot kapalin. Jako ukázkou si žáci mohou připravit různobarevný drink z obarvených kapalin (lze použít sirup, obarvenou minerálku apod.). Toto doplnění lze zadat také jako domácí úkol. Žáci svůj pokus zdokumentují fotografií.

Zhodnocení

Žáci posuzují, analyzují a hodnotí svou práci, zvažují její možná vylepšení.

Doplnění

Po realizaci úlohy je možné zadat další doplňující úlohy, které se věnují hustotě kapalin a plynů. Lze také zadat další laboratorní práci, ve které mají žáci za úkol změřit hustotu a odvodit např. jednotky této veličiny.

Pracovní list:

PLOVOUCÍ VAJÍČKO

Odhalíš tajemství plovoucího vajíčka? Předlož domněnku, kterou by se dal daný jev vysvětlit. Navrhni pokus, kterým bys ji dokázal.

Pokud si nevíš rady, vylušti následující křížovku a řešení ti poskytne nápovědu.

				H	O	Ř	E	N	Í	chemický děj, vzniká teplo, světlo
				U	H	L	Í	K		chemický prvek se značkou C
		S	M	Ě	S					látka, složená z více složek
				A	T	O	M			základní částice hmoty
		K	A	T	I	O	N			kladně nabitý ion
			R	O	Z	T	O	K		stejnorodá směs
M	O	L	E	K	U	L	A			částice, složená z více atomů

První nápad:

Vajíčko plave, protože v kádince není obyčejná voda. Do vody je něco přidáno a tím se zvýší hustota roztoku. Další návrhy žáku mohou být vajíčko vyfouknout, přivázat na nit a upevnit mimo kádinku apod.

Nápady ve skupině:

Vajíčko plave, protože v kádince není obyčejná voda. Do vody je něco přidáno a tím se zvýší hustota roztoku.

Vybraný nápad:

Do vody přidáme kuchyňskou sůl nebo cukr. Tím se zvýší hustota roztoku a vajíčko bude plavat.

Návrh pokusu:

Připravíme dvě kádinky, do jedné dáme čistou vodu a do druhé stejné množství nasyceného roztoku kuchyňské soli. Do obou umístíme vajíčko. Roztok kuchyňské soli bude mít větší hustotu a vajíčko proto bude plavat.

Co budu potřebovat:

kádinky, lžičku, vajíčka, kuchyňskou sůl

Postup:

Připravíme dvě kádinky, do jedné dáme čistou vodu a do druhé stejné množství nasyceného roztoku kuchyňské soli. Do obou umístíme vajíčko a budeme pozorovat.

Výsledky:

V kádince s čistou vodou vajíčko kleslo na dno, v kádince s nasyceným roztokem kuchyňské soli vajíčko plavalo.

Závěr: Co se povedlo? Co příště udělat jinak? Jak se ti pracovalo s ostatními?

Měli bychom dbát na stejné množství kapaliny v obou kádinkách, aby byly výsledky porovnatelné.

Doplňující úlohy:

HUSTOTA KAPALIN

Domácí úkol: Výroba domácího drinku:

Doma připrav pro rodiče a sourozence barevný drink.

Potřebné suroviny:

Med (případně hustý sirup), ochucená minerální voda, džus, led, potravinářské barvivo, vysoká sklenice

Postup:

Do sklenice nalij trochu tekutého medu (sirupu), potom opatrně po stěně sklenice vlij barevný džus. Ochucenou minerální vodu smíchej s vybraným potravinářským barvivem. Směs opatrně vlij do sklenice. Nakonec přidej několik kostek ledu. Ozdob a podávej.

Podařilo se ti vyrobit nápoj podobný tomu na obrázku? Proč se jednotlivé kapaliny nesmísily? Jakou vlastností se lišily?

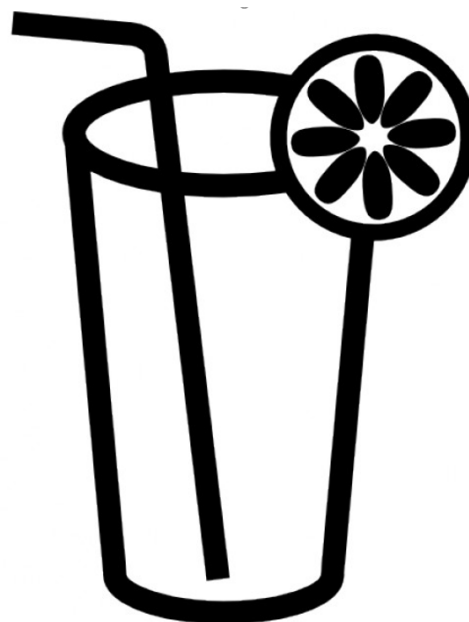
Měly různou hustotu.

Zakresli do obrázku sklenice, jak vypadal tvůj nápoj a popiš jednotlivé vrstvy.

K jednotlivým vrstvám přiřaď hodnoty hustoty pro danou kapalinu. Jednotlivé vrstvy popiš a přiřaď hodnotu hustoty dané kapaliny.



<http://fotoalba.centrum.cz/photo.php?pid=19192629>



https://image.freepik.com/free-icon/drink-glass-outline-with-lemon-slice-and-straw_318-55789.png

Na výběr máš tyto možnosti:

1 417 $kg \cdot m^{-3}$ med, sirup

1 150 $kg \cdot m^{-3}$ džus

1 000 $kg \cdot m^{-3}$ obarvená voda

Závěr: Různé kapaliny mají různou ...**hustotu**.... Kapaliny s nejnižší hustou budou ...**nejvýše**....

HUSTOTA PLYNŮ



http://www.dekoracezdi.cz/fotky25252/fotos/_vyr_54087.jpg

Úkol 1: Vzducholod'

Dne 6. 5.1937 byla zničena vzducholod' Hindenburg. Tento stroj byl naplněn sice lehkým, ale velice vznětlivým plynem. Z celkem 36 pasažérů a 61 členů posádky při katastrofě zahynulo 13 cestujících a 22 členů posádky.

Vyber plyn, kterým by bylo nejlépe naplnit vzducholod', tak aby byla schopna provozu a zároveň byla bezpečná.

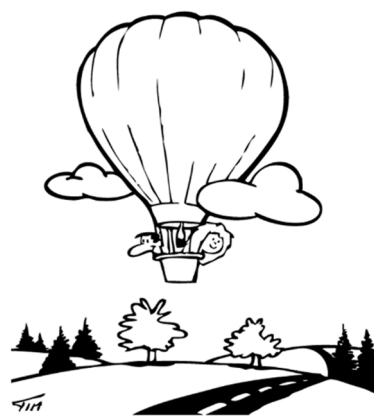
Zdůvodnění:

Helium, protože má nižší hustotu než vzduch a není výbušné jako vodík.

LÁTKA	HUSTOTA [$kg \cdot m^{-3}$]
Vzduch (suchý)	1,276
Vodík	0,089
Argon	1,759
Dusík	1,234
Kyslík	1,409
Helium	0,176
Oxid uhličitý	1,951
Ozon	2,114

Úkol 2: Co umožní balónu létat?

Člověk vždycky toužil létat. V Tibetu létali lidé na papírových dracích už v 5. stol. př. n. l. V Evropě byly první úspěšné lety uskutečněny pomocí balónů. Nejprve horkovzdušných a hned poté plynových. Pak přišly na řadu říditelné vzducholodě, ale nakonec vzdušný prostor ovládla letadla.



<http://www.predskolaci.cz/wp-content/uploads/2009/10/letani-balon.gif>

Najdi si ve fyzikálních tabulkách hustotu teplého i chladného vzduchu a vysvětli, v čem spočívá princip letu horkovzdušným balónem.

Vzduch při teplotě 10 °C má $\rho = 1,247\ 2\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Vzduch při teplotě 22 °C má $\rho = 1,196\ 5\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Úkol 3: Vylovení mince

Doma proved'te pokus a odpovězte na otázky.

Postup:

Do talíře si nalijte trochu vody. Vodu obarvěte zeleným potravinářským barvivem pro lepší optické znázornění. Svíčku zapalte a opatrně ji přiklopte sklenicí. Pozorujte, co se bude dít.

Otázky:

a) Proč svíčka pod sklenicí zhasla?

Byl spotřebován kyslík.

b) Napište, z jakých plynů se skládá vzduch a uveďte jejich procentuální zastoupení.

78 % dusíku, 21 % kyslíku a 1 % dalších plynů.

c) Uzavři sázku s rodiči nebo přáteli, že rukou vyjmeš minci, která je pod hladinou vody v nádobě. Přitom vodu z nádoby nevyliješ a prsty tvé ruky zůstanou suché.

Postup: Do talíře umísti mince připevni svíčku. Zalij obarvenou vodou. Svíčku zapal a poté ji přikryj velkou sklenicí. Voda z talíře bude nasáta do sklenice.

Vysvětlení:

Při hoření se spotřebovával kyslík a vznikl oxid uhličitý. Oxid uhličitý má vyšší hustotu, a tudíž nižší objem. Díky tomu vznikl ve sklenici podtlak, který byl vyrovnán nasátím kapaliny. Další možný vliv má rozdílný objem teplého a studeného vzduchu.

STANOVENÍ A VÝPOČET HUSTOTY

Teoretický úvod:

Objemy různých látek se při stejné hmotnosti liší. Vztah mezi hmotností a objemem látky vyjadřuje hustota. Protože hustota kapalin a plynů je definována pomocí objemu, který je závislý na teplotě, je také hustota na teplotě závislá. Při stoupající teplotě se hustota snižuje.

Navrhni pokus, při kterém bys dokázal stanovit hustotu závaží.

Pomůcky: odměrný válec, provázek, závaží

Návrh pokusu:

Zvážíme závaží a určíme jeho objem.

Postup:

Závaží zvážíme a připevníme na provázek. Závaží umístíme do odměrného válce s předem připraveným množstvím vody. Změříme množství kapaliny, které závaží vytlačilo.

Výsledky:

Otázky:

Jaká je jednotka objemu?

m^3

Jaká je jednotka hmotnosti?

kg

Jaká je jednotka hustoty, když víš, že se jedná o vztah mezi hmotností a objemem?

$kg \cdot m^{-3}$

Závěr:

Hustota vyjadřuje vztah mezi hmotností a objemem látky.

Početní úlohy:

Úkol 1: Neznámá látka

Vypočtete hustotu neznámé látky, když víte, že její hmotnost byla 154,4 g a objem byl 8 cm³. V tabulkách najděte, o jakou látku pravděpodobně jde.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{154,4}{8} = 19\,300 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}, \text{ zlato}$$

Úkol 2: Uneseš vzduch z obýváku?

Dva osmáci, Lenka a Petr, se ve škole dozvěděli, že teplý vzduch je lehčí, a proto stoupá vzhůru, studený vzduch je těžší, a proto klesá dolů. Doma se pak dohadovali, zda by každý z nich byl schopen unést vzduch z jejich obýváku. Změřili rozměry obýváku: šířku 4,5 m, délku 4 m a výšku 2,6 m. Lenka tvrdila, že by vzduch určitě unesla, kdyby ho bylo možno načerpat do igelitového pytle, ale musel by to být vzduch lehký (navrhněme teplotu 22 °C), Petr zase

tvrdil, že on by unesl i vzduch studený o teplotě 10 °C. Předpokládejte, že tlak vzduchu v obýváku byl normální.

a) Najdi si ve fyzikálních tabulkách hustotu teplého i chladného vzduchu při teplotách uvedených v textu.

Vzduch při teplotě 10 °C má $\rho = 1,247 2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Vzduch při teplotě 22 °C má $\rho = 1,196 5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

b) Urči objem vzduchu v obýváku.

$$V = 4,5 \cdot 4 \cdot 2,6 = 46,8 \text{ m}^3$$

c) Urči hmotnost vzduchu v obýváku a posud', zda se Lenka s Petrem jen nevytahovali.

$$m_{10} = 58,4 \text{ kg}$$

$$m_{22} = 56,0 \text{ kg}$$

Úkol 3

Vypočítejte, jakou hustotu (v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) má vzduch, jestliže těleso (zanedbatelné hmotnosti) tvaru kvádru se stranami 30 cm a 40 cm a výšce 50 cm naplněné vzduchem má při 20 °C hmotnost 72 gramů.

$$\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

SHRNUTÍ

Doplňte ve větách chybějící údaje:

Hustota je fyzikální veličina, kterou označujeme řeckým písmenem ρ . Tuto veličinu měříme v $kg \cdot m^{-3}$ nebo $g \cdot cm^{-3}$ a lze ji vypočítat, když známe **hmotnost** a **objem** určité látky. Hustotu kapalin měříme **hustoměrem** tak, že jej opatrně zasuneme do nádoby s kapalinou a ze stupnice odečteme výslednou hustotu. U pevných látek měříme hustotu tak, že těleso nejprve **zvážíme** a poté jej vložíme do kapaliny o známém **objemu** a odečtením výsledného a známého objemu zjistíme objem daného tělesa. Z těchto dvou údajů vypočteme hustotu dané látky. Hustotu dané látky můžeme ovlivnit změnou **teploty** nebo **tlaku**.

4.3.3 Metodický list ÚLOHA č. 3 – Džin z lahve

Téma: Kyslík – atmosféra

Forma výuky: skupinová

Časová dotace: 45 minut

Cílová skupina žáků: třetí ročník osmiletého gymnázia

Potřebné pomůcky: Erlenmayerovy baňky, špejle, zápalky

Potřebné chemikálie: peroxid vodíku 5% roztok, oxid manganičitý

Průběh hodiny:

Zapojení

Pro úvodní pokus si vyučující musí připravit Erlenmayerovu baňku nebo nějakou příhodnou lahev obalenou alobalem či jiným neprůhledným materiálem. Do nádoby umístíme peroxid vodíku. Dále je nutno připravit sáček od čaje, ze kterého vyjmeme čaj a vložíme malé množství oxidu manganičitého. Sáček opatrně zachytíme za provázek a lahev či baňku uzavřeme zátkou. Po náležitém úvodu pak zátku vytáhneme. Sáček s oxidem manganičitým spadne dovnitř, oxid manganičitý katalyzuje rozklad peroxidu vodíku a z lahve se vyvalí „dým“ vodní pára a kyslík – náš unikající džin.

Dalším možným experimentem je příprava kyslíku pomocí jater. Játra nakrájíme na menší kousky, přidáme trochu vody a rozmixujeme tyčovým mixérem. Směs přelijeme do baňky a přidáme peroxid vodíku. Odstraníme vznikající pěnu, baňku zazátkujeme. Ve fázi důkazu látky necháme další krok na žácích.

Zkoumání

Napišeme na tabuli vzorek peroxidu vodíku. Napovíme, že látka se rozkládá na dvě další – jednu sloučeninu (voda) a jeden prvek (kyslík). Zavedeme pojem katalyzátor (případně zadáme žákům předem za domácí úkol).

Zpracování

Žáci si zaznamenají výsledky pokusů a na závěr diskutují relevantnost a průkaznost svého postupu. Učitel během práce pomáhá otázkami, avšak nepotvrzuje ani nevyvrací směr bádání. Žáci by měli dbát na porovnání výsledků za různých podmínek (prázdná baňka, baňka pouze s peroxidem, baňka s peroxidem a burelem). V případě nedodržení lze jejich

výsledky napadnout („Co když žhnoucí špejle hoří sama o sobě bez ohledu na podíl kyslíku v okolí?“, „Co když se peroxid vodíku rozkládá rychle i samovolně?“).

Zobecnění

Kyslík podporuje hoření. Provedeme důkaz doutnající špejlí.

Zhodnocení

Žáci posuzují, analyzují a hodnotí svou práci, zvažují její možná vylepšení.

Pracovní list:

DŽIN Z LAHVE

Teoretický úvod:

Unikající džin byla vlastně látka vznikající v důsledku chemické reakce. Jednalo se o rozklad chemické látky peroxidu vodíku (H_2O_2). Ta se za přítomnosti katalyzátoru (látky, která urychluje chemickou reakci) rozkládá na jednu sloučeninu a jeden prvek. Jako katalyzátor lze použít například látku přítomnou v játrech nebo chemickou látku oxid manganičitý (burel).

Navrhněte pokus, kterým dokážete vznikající plyn. Jako katalyzátor použijete oxid manganičitý (burel).

První nápad:

Kyslík podporuje hoření. Pokud vložíme žhnoucí špejli, měla by se rozhořet.

Nápady ve skupině:

Kyslík podporuje hoření. Pokud vložíme žhnoucí špejli, měla by se rozhořet.

Vybraný nápad:

Kyslík podporuje hoření. Pokud vložíme žhnoucí špejli, měla by se rozhořet.

Pomůcky:

peroxid vodíku, burel (oxid manganičitý), špejle, chemické sklo

Postup:

Do prázdné baňky umístíme žhnoucí špejli. Do baňky vložíme peroxid vodíku a zkusíme nad jeho hladinu umístit žhnoucí špejli. Do baňky s peroxidem vhodíme trochu burelu a nad hladinu směsi umístíme žhnoucí špejli.

Výsledky:

Při prvním měření špejle zhasla. Při druhém také. Při třetím měření se žhnoucí špejle rozhořela.

Závěr:

Při rozkladu peroxidu vodíku vzniká kyslík a voda. Kyslík lze dokázat pomocí žhnoucí špejle, protože tento plyn podporuje hoření a špejle se rozhoří.

4.3.4 Metodický list ÚLOHA č. 4 – Rychlý a rychlejší

Téma: Rychlost chemické reakce

Forma výuky: skupinová

Časová dotace: 45 minut

Cílová skupina žáků: třetí ročník osmiletého gymnázia

Potřebné pomůcky: zkumavky, špejle, zápalky, držák na zkumavky, kahan, váhy, brambora

Potřebné chemikálie: zředěná kyselina chlorovodíková (10 % a 20 % roztok), zinek (granulovaný, práškový), peroxid vodíku (10 % roztok)

Průběh hodiny:

Zapojení

Pro úvodní motivační pokus využije již známý rozklad peroxidu vodíku. Žáci již z předchozí úlohy vědí, že se rozkládá buď samovolně (velmi pomalu), nebo lze k urychlení reakce využít katalyzátor (oxid manganičitý, katalázu v játrech nebo v krvi). Pro tento pokus použijeme jinou formu katalázy, a to z brambor. Připravíme si tři zkumavky, první naplníme do poloviny roztokem peroxidu vodíku, druhou asi do jedné čtvrtiny a do třetí vlijeme jen pár kapek. Druhou a třetí zkumavku pak před zraky žáků doplníme do poloviny vodou tak, aby ve všech zkumavkách byla hladina stejná. Dále si připravíme tři čerstvé kousky brambory a vhodíme je do zkumavek. Pozorujeme rychlost rozkladu peroxidu vodíku (pozor, reakce se může rozbíhat delší do, i několik minut). Během této doby se žáci mohou zamyslet nad úvodním textem ve svých pracovních listech.

Zkoumání

Po doplnění úvodního textu žáci mají představu, které základní principy ovlivňují rychlost průběhu chemické reakce. Jmenují některé faktory, kterými lze ovlivnit rychlost chemické reakce. Pro svůj experiment si zvolí jeden z faktorů. Je dobré docílit toho, aby si jednotlivé skupiny žáků vybraly odlišný faktor. Při zahřívání zředěné kyseliny je nutné připomenout zásady zahřívání kapalin.

Zpracování

Žáci si zaznamenají výsledky pokusů a na závěr diskutují relevantnost a průkaznost svého postupu.

Zobecnění

Při zvýšení teploty výchozích látek se rychlost chemické reakce zvýší. Při zvýšení koncentrace výchozích látek se rychlost chemické reakce zvýší. Čím vyšší plošný obsah pevných výchozích látek, tím rychleji reakce probíhá.

Zhodnocení

Při hodnocení práce by žáci měli dbát hlavně na to, zda porovnávaly více různých koncentrací, teplot. Tedy zda nechali reakci probíhat např. Při pokojové teplotě a pro další reakci si roztok zahřáli. Vyučující by měl rovněž kontrolovat, zda si zapsali všechny podmínky – teplotu reakční směsi, případně váhu práškového a granulovaného zinku apod.

Pracovní list:

RYCHLÝ A RYCHLEJŠÍ

Chemická reakce je prováděná přeměnou částic výchozích látek na produkty. Při těchto přeměnách dochází k ...**zániku**... vazeb původních a ...**vzniku**... vazeb nových. Aby se chemická reakce mohla uskutečnit, je potřeba kontakt částic a dostatečná energie. Pokud chceme rychlost chemické reakce zvýšit, můžeme snížit/**zvýšit** počet částic, nebo **dodat**/odebrat systému energii např. ve formě...**tepla**.... Na průběh reakce má také vliv velikost plošného obsahu pevných reagujících látek.

ÚKOL 1: Navrhněte pokus, při kterém dokážete, že rychlost chemické reakce lze ovlivnit.

Experimentem ověřte jeden z těchto faktorů:

Koncentrace výchozích látek

Teplota reakční směsi

Plošný obsah povrchu pevných výchozích látek

První nápad:

Čím více koncentrované budou výchozí látky, tím rychleji reakce poběží.

Čím vyšší bude teplota kyseliny, tím rychleji reakce poběží.

Práškový zinek bude reagovat rychleji než granulovaný, protože má větší povrch.

Diskuze ve skupině:

Čím více koncentrované budou výchozí látky, tím rychleji reakce poběží.

Čím vyšší bude teplota kyseliny, tím rychleji reakce poběží.

Práškový zinek bude reagovat rychleji než granulovaný, protože má větší povrch.

Vybraný nápad:

Čím více koncentrované budou výchozí látky, tím rychleji reakce poběží.

Pomůcky a chemikálie:

zkumavky, kyselina chlorovodíková

Postup:

Připravíme si dvě zkumavky. Do první odměříme 30 ml 20% roztoku kyseliny chlorovodíkové, do druhé 15 ml 20% kyseliny chlorovodíkové a 15 ml vody. Do obou zkumavek vhodíme stejné kousky granulovaného zinku. Měříme čas průběhu reakce.

Výsledky:

Zaznamenaný čas průběhu jednotlivých reakcí.

Závěr:

Lze vaše závěry zobecnit?

Co se povedlo?

Co příště udělat jinak?

Co se nepovedlo?

4.3.5 Metodický list ÚLOHA č. 5 – Počítáme atomy

Téma: Atom

Forma výuky: skupinová

Časová dotace: 45 minut

Cílová skupina žáků: třetí ročník osmiletého gymnázia

Potřebné pomůcky: molekulová stavebnice, kádinka s vodou, vodní perly (lze objednat běžně na internetu či zakoupit v květinářství)

Průběh hodiny:

Zapojení

Diskuze se žáky o pojmu atom. Otázka, zda se můžeme atomů dotknout (ano, vše je z atomů). Poté necháme žáky sáhnout do kádinky s vodou, ve které jsou vodní perly (na první pohled nejsou vidět, ale při pohmatu je žáci naleznou). Vodní perly namočíme předem do vody, nasáknou vodu a zadrží ji po několik dní. Atomy jsou tedy reálné částice, i když na pohled či dotek je nezaznamenejeme. Platí tedy pro ně zákony jako pro ostatní hmotu.

Dále žáky seznámíme (či zopakujeme) pojmy chemická reakce výchozí látky a produkty. Můžeme přirovnat receptu na vaření. Např. pro přípravu dortu potřebujeme tři vejčička a dva hrnky mouky (zakreslíme na tabuli). Pokud však víme, že vejčička se prodávají v balení po šesti kusech a nechceme, aby nám nic zbylo, jak musíme recept upravit? Potřebujeme čtyři hrnky mouky a upečeme dva dorty. Stejně tak se musí upravovat chemické rovnice. Atomy se nemohou nikam ztratit, pouze se přeskupují (změní vazebné poměry).

Zkoumání

Pro plnění úkolu pak využijeme molekulovou stavebnici. Žáci vytvoří molekulu vodíku a molekulu kyslíku a vyzveme je, ať z dostupných atomů vytvoří molekulu vody. Vodík postačí, ale zbude jeden atom kyslíku. Proto musíme počet vstupujících a vystupujících částic upravit. Pomocí molekulové stavebnice pak žáci řeší i ostatní rovnice. Pro samostatnou práci je nutné zopakovat formu zápisu (atom, dvouatomová molekula, dvě molekuly apod.)

Zpracování

Žáci vyčíslují předložené rovnice a ujasňují si porozumění vyvozeným principům.

Zobecnění

Žáci definují Zákon o zachování hmotnosti na základě zkušeností z řešení úlohy.

Zhodnocení

Žáci hodnotí přínos získaných informací a hledají souvislosti v běžném životě.

Pracovní list:

POČÍTÁME ATOMY

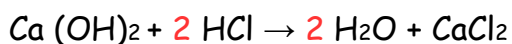
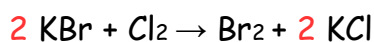
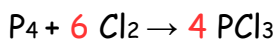
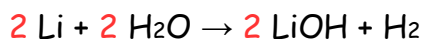
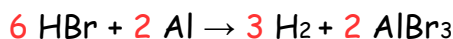
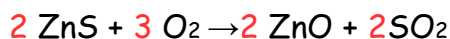
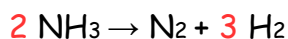
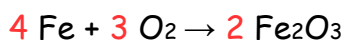
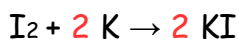
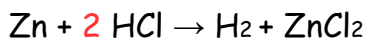
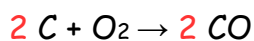
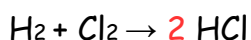
ÚKOL 1: Může se hmota ztratit?

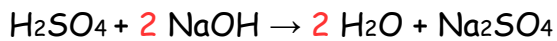
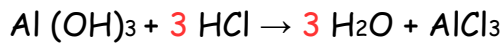
Zakreslete postup při pečení dortu. K upečení dortu potřebujeme tři vejčíčka a dva hrnky mouky. Vejčíčka se však prodávají pouze v balení po šesti kusech. Nechceme, aby nám něco zbylo. Jak to vyřešíme?

ÚKOL 2: Atomy se nemohou ztratit!

Vytvořte z molekulové stavebnice molekulu vodíku a kyslíku. Hořením vodíku (slučováním s kyslíkem) vzniká voda. Vytvořte z dostupného materiálu molekulu vody. Navrhněte, jak počty částic upravit. Nezapomeňte - počet atomů výchozích látek se musí rovnat počtu atomů produktů!

ÚKOL 3: Uprav chemické rovnice





Výsledky:

Jak bys na základě dnešní úlohy vysvětlil/a zákon zachování hmotnosti?

V uzavřené soustavě se součet hmotností látek, které vstupují do reakce, rovná součtu hmotností látek, které reakcí vznikají.

Závěr:

Můžeš uvést další příklady, kde platí zákon zachování hmotnosti?

Při hoření ohně - dřevo mizí, ale zůstává popel a látky vzniklé chemickou přeměnou se uvolňují do ovzduší. Trávení - zpracováváme potravu a látky jsou použity na růst našich těl....

4.3.6 Metodický list ÚLOHA č. 6 – Prvky, kam se podíváš

Téma: Periodická soustava prvků

Forma výuky: skupinová

Časová dotace: 2 vyučovací hodiny, 2×45 minut

Cílová skupina žáků: třetí ročník osmiletého gymnázia

Potřebné pomůcky a chemikálie: síra, uhlík, měděné plíšky, hliník, zinek, magnet, kahan, digitální multimetr, kladivo

Průběh hodiny:

Zapojení

V této úloze je možné věnovat motivační části předcházející hodinu. Žákům lze pustit video „Periodické společenství prvků“ z projektu NEZkreslená věda. Je možné také využít některou z řady interaktivních periodických soustav prvků, dostupných na internetu, případně použít pexeso připravené z velmi zajímavých ilustrací vybraných chemických prvků (Příloha 7) a doplnit ho prací s vytištěnou periodickou tabulkou, kde lze barevně odlišit kovy a nekovy. Žáci pak sami určí zastoupení kovů a nekovů v poměru k celkovému počtu prvků.

V samotné laboratorní práci pak mají žáci nejprve určit předložené prvky a pojmenovat je. Poté navrhnou vlastnosti, podle kterých by tyto prvky rozlišili na kovové a nekovové. Cílem je navrhnout co nejvíce různých vlastností a otestovat je.

Zkoumání

Během experimentování dbáme hlavně na bezpečnost žáků (při zkoušení tepelné vodivosti, mechanické odolnosti, kujnosti apod.) Sledujeme záznamy žáků a jejich přehlednost. Také dbáme na to, zda zkoušejí uvedené vlastnosti u všech zkoumaných prvků.

Zpracování

Porovnáme výsledky jednotlivých skupin a shrneme výsledky. Poukážeme na některé vlastnosti, které by ještě žáci mohli zkusit, pokud tak neučinili.

Zobecnění

Žáci zaznamenávají výsledky svých pokusů spíše lidovou mluvou, pomáháme jim proto pojmenovat dané vlastnosti odborně.

Zhodnocení

Společně se žáky vyvozujeme užití kovů a nekovů na základě jejich vlastností. Poukážeme i na jiné prvky, které jsme nemohli zkoumat např. kvůli jejich skupenství nebo toxicitě.

Pracovní list:

PRVKY, KAM SE PODÍVÁŠ

ÚKOL 1: Před sebou máte několik prvků. Přiřad'te k nim jejich názvy.

(síra, uhlík, dřevěné uhlí, tuha, měděné plíšky, hliník, zinek)

ÚKOL 2: Můžeme tyto prvky pomocí jejich vlastností nějak rozlišit a roztrídít na kovy a nekovy?

Navrhněte vlastnost, kterou chcete ověřovat. Zkuste vymyslet co nejvíce možností.

(mechanická odolnost, magnetické vlastnosti, tepelná vodivost, elektrická vodivost, kujnost, vzhled...)

Pomůcky:

Chemikálie:

Postup:

Pozorování a výsledky:

Závěr:

4.3.7 Metodický list ÚLOHA č. 7 – Odbarvení vody

Téma: Prvky – uhlík

Forma výuky: skupinová

Časová dotace: 45 minut

Cílová skupina žáků: třetí ročník osmiletého gymnázia

Potřebné pomůcky a chemikálie: filtrační papír, vata, aktivní uhlí (živočišné uhlí), bavlněný hadřík, nálevky, kádinky, stojan, filtrační kruh, baňka, velká sklenice (objem 5 l), potravinářské barvivo, provázek

Průběh hodiny:

Zapojení

Kolem hrdla malé baňky připevníme provázek tak, aby tvořil závěs. Velkou sklenici (nejlépe o objemu 5 l) naplníme studenou vodou (ne zcela). Do baňky nalijeme horkou vodu (100 ml) a obarvíme ji potravinářským barvivem. Baňku uchopíme za provázek a pomalu ji ponoříme do sklenice se studenou vodou. Mísení horké a studené vody vytvoří zajímavý efekt podvodní sopky. Jádrem pokusu je však oddělení barviva a „vyčistění“ vody. Nakonec dojde ke smísení a všechny voda je obarvená. Úkolem žáků je jí opět odbarvit.

Zkoumání

Žáci diskutují nad předloženými pomůckami. Najdou různé materiály, kterými je možné provést filtraci. Použít však mohou i aktivní uhlí, které znají z hodin jako formu uhlíku, která má velké adsorpční vlastnosti. Sami vyberou postup, kterým se pokusí zadaný úkol zvládnout. Pokud vyberou prostou filtraci, filtrát proteče i s barvivem. I v případě užití aktivního uhlí může dojít ke komplikacím. Při odměření velkého množství aktivního uhlí se filtrační papír rychle zanesení a je nutné ho brzy vyměnit. Také je někdy nutné filtrát opětovně smíchat s dalším aktivním uhlím a filtraci opakovat. Žáci mohou pro filtraci použít i jiné materiály, než je filtrační papír.

Zpracování

V této fázi můžeme porovnat výsledky jednotlivých skupin a prohlédnout čistotu jejich výsledného filtrátu. Tato úloha je velmi dobrou příležitostí pro to, nechat žáky pracovat

ne zcela přesným a správným postupem. Sami potom budou aktivně hledat lepší řešení pro svou práci. Zkontrolujeme, zda žáci správně použili a zakreslili filtrační aparaturu.

Zobecnění

Společně se žáky si zopakujeme vlastnosti aktivního uhlí a princip filtrace. Odvodíme, že částice barviva jsou příliš malé, než aby se zachytily na filtračním papíře.

Zhodnocení

Žáci hodnotí přínos získaných informací a hledají souvislosti v běžném životě. Jedná se hlavně o užití aktivního uhlí při zažívacích potížích. Dále mohou navrhnout a opravit svůj postup, pokud nejsou s výsledky spokojeni.

Pracovní list:

ODBARVENÍ VODY

ÚKOL: Navrhněte pokus, při kterém dokážete oddělit barvivo od roztoku.

První nápad:

Vodu s barvivem přefiltrujeme. Živočišné uhlí má velký povrch a je schopno na něm zachycovat barviva, ale i plyny a páry. Této vlastnosti se říká adsorpční schopnost. Při filtraci pouze přes filtrační papír či jiný materiál proteče filtrát i s barvivem.

Diskuze ve skupině:

Vodu s barvivem přefiltrujeme. Nejdříve ji smícháme s aktivním uhlím.

Vybraný nápad:

Vodu s barvivem přefiltrujeme. Nejdříve ji smícháme s aktivním uhlím.

Pomůcky:

filtrační papír, vata, aktivní uhlí (živočišné uhlí), bavlněný hadřík, nálevky, kádinky, stojan, filtrační kruh

Postup:

Odebereme vzorek obarvené vody a smícháme ho s aktivním uhlím. Poté přefiltrujeme přes filtrační papír. V případě nutnosti filtraci opakujeme.

Výsledky:

Po smíchání obarvené vody a aktivním uhlím se následné filtraci přes filtrační papír se voda odbarvila.

Závěr:

Aktivní uhlí na sebe váže barvivo, má velké adsorpční schopnosti. Při filtraci se pak zachytí i s barvivem na filtračním papíře.

4.3.8 Metodický list ÚLOHA č. 8 – Vznosný plyn

Téma: Prvky – vodík

Forma výuky: skupinová

Časová dotace: 45 minut

Cílová skupina žáků: třetí ročník osmiletého gymnázia

Potřebné pomůcky a chemikálie: stojánek, zkumavky, držák na zkumavku, kahan, 10% roztok HCl, Zn, Mg, Al, Fe, Cu

Průběh hodiny:

Zapojení

Pro zapojení žáků využije pokus pro důkaz vodíku. Do Erlenmayerovy baňky vlijeme kyselinu chlorovodíkovou a vsypeme několik granulí zinku. Na hrdlo baňky umístíme plechovku od nápoje, která má ve dně malou díрку. Tu můžeme ucpat trochou plastelíny. Připravíme si hořící špejli, sejmemo plechovku a k otvoru ve dně přiložíme hořící špejli. Výbuch vodíku je doprovázen mocnou detonací a odmrštěním plechovky.

Zkoumání

Před realizací pokusů je potřeba připomenout bezpečnost práce (práce s kyselinami, zahřívání kapalin). Žáci nemusí předpovědět různou reaktivitu kovů, stačí, pokud navrhnou experiment, při kterém všechny kovy ozkouší za srovnatelných podmínek (množství kyseliny, teplota...). Nutno je také stanovit způsob zaznamenávání výsledků, tj. měřit čas než daný kousek kovu zcela zreaguje, a výsledky zaznamenat.

Zpracování

V této fázi můžeme porovnat výsledky jednotlivých skupin. Zvláště zajímavé je zjištění, zda si žáci z předchozích hodin pamatují, že rychlost chemické reakce lze zvýšit zahřátím směsi a zda tuto skutečnost využili.

Zobecnění

Společně s žáky si zopakujeme pojem ušlechtilý a neušlechtilý kov. Připomeneme, že i některé ušlechtilé kovy s kyselinami reagují, ale neuvolňují se přitom vodík. Pojem Beketovova řada napětí kovů se na tomto stupni vzdělávání obvykle neuvádí, můžeme však připomenout pojem reaktivita.

Zhodnocení

Žáci hodnotí přínos získaných informací a hledají souvislosti v běžném životě. Kovy ušlechtilé, s nízkou reaktivitou se například užívají k výrobě šperků. Dalším možným využitím je klimatizační systém opery v Sydney. Ocelovým potrubím prochází slaná voda, která je zde využívána k ochlazení vzduchu. Ocel by však brzy podlehla korozi. Proto jsou v systému umístěny bloky reaktivnějšího zinku, který je ke korozi náchylnější. Ocelové potrubí zůstane uchráněno a zinkové bloky během několika měsíců zmizí.

Více informací lze získat ze článku Technické divy světa – opera v Sydney.

Pracovní list:

VZNOSNÝ PLYN

ÚKOL: Proved' reakci kovů s kyselinou chlorovodíkovou a sleduj průběh reakce, zjisti, zda různé kovy reagují stejně s touto kyselinou.

Pomůcky: laboratorní souprava - stojánek se zkumavkami, držák na zkumavku, kahan

Chemikálie: 10% roztok HCl, Zn, Mg, Al, Fe, Cu

První nápad:

Různé kovy se budou lišit v reaktivitě s danou kyselinou.

Diskuze ve skupině:

Různé kovy se budou lišit v reaktivitě s danou kyselinou.

Vybraný nápad:

Různé kovy se budou lišit v reaktivitě s danou kyselinou.

Postup:

Pozor, pracuješ s kyselinou!

Odměříme vždy stejné množství kyseliny a za stejných podmínek (teplota, koncentrace) do jednotlivých zkumavek vhodíme kousky kovu o stejné velikosti.

Pozorování a výsledky:

Co se dělo v jednotlivých zkumavkách?

Kovy neušlechtilé (Zn, Mg, Al, Fe) s kyselinou reagovaly. Nejrychleji reagoval hořčík, poté hliník, následně zinek.

Reagovaly všechny kovy? Mohly bychom např., změnou podmínek některé reakce nakonec uskutečnit?

Železo reaguje až po mírném zahřátí. Měď nereaguje vůbec.

Jaký plyn vznikal ve zkumavkách? Můžeme ho nějak dokázat?

Vodík. Dokážeme štěknutím (přiložením hořící špejle k ústí zkumavky).

Zapiš reakci zinku a hliníku s kyselinou chlorovodíkovou.



Závěr:

Které kovy s kyselinou chlorovodíkovou reagují? Za jakých podmínek? Jaké produkty vznikají při reakcích kovů?

Při reakci neušlechtilých kovů s kyselinou dochází k vytěsnění vodíku. Některé kovy reagují až za zvýšení teploty směsi. Ušlechtilé kovy s kyselinou chlorovodíkovou nereagují.

Který kov s kyselinou nereagoval vůbec?

Měď

4.3.9 Metodický list ÚLOHA č. 9 – Kyselé a to druhé

Téma: Kyseliny a zásady

Forma výuky: skupinová

Časová dotace: 45 minut

Cílová skupina žáků: třetí ročník osmiletého gymnázia

Potřebné pomůcky a chemikálie: sada zkumavek, kádinky, stojan, kapátko, ocet, citrónová šťáva, šumivý nápoj v tabletě, roztok sody na praní, roztok mýdla, prášek na praní, džus, pivo apod., výluh z červeného zelí

Výluh z červeného zelí připravíme pokrájením listů červeného zelí a zalitím vodou. Do druhého dne máme výluh připravený.

Průběh hodiny:

Zapojení

Předložíme žákům obrázky běžných látek, spotřebního zboží i pojmů, které vyjadřují kyselost, zásaditost, pH. Žáci navrhnou, co mají tyto látky společného. Pojem kyselost pravděpodobně zazní, zásaditost a pH jsou ještě pojmy neznámé. Společně se žáky čteme úvodní text a diskutujeme, jakou barvu má čaj po přidání citrónové šťávy (čaj bude mít světlejší barvu). Zavedeme pojem indikátor a poukážeme na zkušenost, že při přípravě červeného zelí můžeme také pozorovat změnu barvy, když ho okyselíme např. octem.

Zkoumání

Před realizací pokusů je třeba sledovat, zda si žáci správně rozvrhli práci, označili vzorky a zajistili hladký průběh svých měření. Všechny látky jsou běžně dostupné, není třeba zvláštních bezpečnostních opatření.

Zpracování

Žáci jednotlivých skupin porovnají své výsledky a zhodnotí, zda barva indikátoru je ve všech látkách stejná, nebo různá intenzita barvy indikuje látky kyselé a kyselejší. Ostatní látky zatím označují jako nekyselé.

Zobecnění

Zavedeme pojmy pH a zásada. Lze upozornit i na jiné indikátory (lakmus, fenolftalein, univerzální indikátorové papírky).

Zhodnocení

Zhodnotíme práci žáků, zda si přehledně označili vzorky, neznečistili připravené zásobní roztoky a efektivně si rozdělili práci ve skupině. Při realizaci této úlohy často zavládne zmatek při označování a kontrole jednotlivých vzorků.

Pracovní list:

KYSELÉ A TO DRUHÉ

ÚKOL 1: Podívejte se na následující obrázky a zkuste zapřemýšlet, co mají společného:

Společnou vlastností těchto látek je:

Kyselost, zásaditost, pH.

V chemické laboratoři můžeme vlastnosti látek zjistit různými způsoby. Například kyselost či zásaditost lze ověřit díky látkám, které se nazývají indikátory (změnou své barvy ukazují „indikují“ změnu prostředí). Podobně reaguje například čaj, když si ho ochutíte citrónem. Chemici používají řadu těchto látek, my ale využijeme jednu běžně dostupnou - výluh z červeného zelí.

ÚKOL 2: Rozlište předložené látky na kyselé a zásadité

První nápad:

Otestujeme, jak reaguje indikátor na nějakou látku, o které víme, že je kyselá.

Diskuze ve skupině:

Otestujeme, jak reaguje indikátor na nějakou látku, o které víme, že je kyselá.

Vybraný nápad:

Otestujeme, jak reaguje indikátor na nějakou látku, o které víme, že je kyselá. Pokud se indikátor v přítomnosti dalších látek zbarví podobně, jedná se pravděpodobně také o látky kyselé. Látky, které indikátor zbarví do odlišné barvy, kyselé nebudou.

Pomůcky: sada zkumavek, kádinky, stojan, kapátko

Chemikálie: ocet, citrónová šťáva, šumivý nápoj v tabletě, roztok sody na praní, roztok mýdla, prášek na praní, džus, pivo apod.

Postup:

Vybereme látku, o které s jistotou víme, že je kyselá. Odebereme vzorek do zkumavky a přidáme indikátor z červeného zelí. Ostatní látky také otestujeme. Ty, které budou mít podobnou barvu jako kyselá látka, budou také kyselé. Látky s odlišným zbarvením kyselé nejsou.

Pozorování a výsledky:

V přítomnosti octa, citrónové šťávy, šumivého nápoje v tabletě, džusu a piva se indikátor z červeného zelí zbarví do červených tónů. Roztok sody na praní, roztok mýdla a prášek na praní jsou látky zásadité, zbarvení se v jejich případě bude objevovat v tónech modré a zelené.

Závěr:

Rozlišili jsme látky na kyselé a zásadité. Látky, které nás informují o pH prostředí, se nazývají indikátory.

4.3.10 Metodický list ÚLOHA č. 10 – Když se utká kyselina a zásada

Téma: Neutralizace

Forma výuky: skupinová

Časová dotace: 45 minut

Cílová skupina žáků: třetí ročník osmiletého gymnázia

Potřebné pomůcky a chemikálie: kádinky, zkumavky, odměrné válce, kapátka, kyselina sírová 10% roztok, hydroxid sodný 10% roztok, acidobazický indikátor (lakmus, fenolftalein, methylořanž, methylčerveně)

Průběh hodiny:

Zapojení

Jako motivaci lze také využít pokus „Přeměna vody ve víno“, kde se využívá indikátor fenolftalein. Pokus je dostupný také jako video na internetu (Např. „Vino z vody, voda z vína“).

V úvodním textu se žáci dozvídají o pojmu neutralizace. Lze však společně s nimi odvodit na základě jejich znalosti disociace kyselin a zásad.

Zkoumání

Pro zkoumání necháme žáky vybrat indikátor. Lakmus je v kyselém prostředí červený a v zásaditém modrý, fenolftalein je bezbarvý v kyselém prostředí a v zásaditém fialový, methylořanž vínová v kyselém prostředí, přechází přes oranžové zbarvení do žlutého v zásaditém prostředí a methylčerveně vykazuje červené zbarvení v kyselém prostředí a žluté v zásaditém prostředí. Při navrhování svého postupu by měli dbát na přesné zaznamenání objemů použitých roztoků. Pozor, při přikapávání a mísení roztoků dochází k zahřívání zkumavky.

Zpracování

Při zpracování pak můžeme poukázat na poměr objemů použitých roztoků a ptát se po vysvětlení. Jako nápověda může sloužit rovnice reakce, kterou jsou již žáci schopni vytvořit. Dále porovnáme výsledky různých skupin, které si zvolily odlišné indikátory.

Zobecnění

Opět připomeneme disociaci a konkrétně na provedené reakci odvodíme, proč vzniká právě voda a síran sodný. Můžeme uvést i další kyseliny a zásady a obdobně zaznamenat rovnice neutralizace. Připomeneme pojem neutralizace, neutrální prostředí, pH. Dotážeme se na látku, která má neutrální pH – voda.

Zhodnocení

Zhodnotíme se žáky jejich práci, zda se jim povedlo přesně odměřit objemy použitých roztoků, zda je správně zaznamenali a zda následně byli schopni poměr v objemu reagujících látek vysvětlit.

Poukážeme na využití neutralizace v běžném životě – snižování pH v ústech (reklama na žvýkačky), neutrální pH sprchových gelů, vápnění překyselené půdy apod.

Pracovní list:

NEUTRALIZACE

Teoretický úvod:

Neutralizace je reakce kyseliny se zásadou, při které vzniká sůl dané kyseliny a voda. O změně prostředí nás mohou informovat acidobazické indikátory. Jedním z nich je i fenolftalein, který je v neutrálním a kyselém prostředí bezbarvý, v zásaditém fialový. Mezi další indikátory patří lakmus, methyloranž, methylčerveň aj.

ÚKOL: Navrhni postup, jak bezpečně a přesvědčivě provést neutralizaci.

První nápad:

Ověřím zbarvení indikátoru v kyselém a zásaditém prostředí. Poté dám do zkumavky kyselinu s indikátorem a budu přikapávat roztok hydroxidu, než se **barva změní.**

Diskuze ve skupině:

Ověřím zbarvení indikátoru v kyselém a zásaditém prostředí. Poté dám do zkumavky kyselinu s indikátorem a budu přikapávat roztok hydroxidu, než se barva změní.

Vybraný nápad:

Ověřím zbarvení indikátoru v kyselém a zásaditém prostředí. Poté dám do zkumavky kyselinu s indikátorem a budu přikapávat roztok hydroxidu, než se barva změní.

Pomůcky: **kádinky, zkumavky, odměrné válce, kapátka**

Chemikálie: **kyselina sírová 10% roztok, hydroxid sodný 10% roztok, acidobazický indikátor (lakmus, fenolftalein, methyloranž, methylčerveň)**

Postup:

Do dvou zkumavek odměřím 2 ml kyseliny sírové a přidám zvolený indikátor (lakmus). Do druhé zkumavky přikapávám roztok hydroxidu sodného, dokud roztok nezmění barvu. Zaznamenám použité množství roztoku.

Pozorování a výsledky:

V kyselém prostředí má lakmus barvu červenou, v zásaditém modrou. Objem přikapávaného roztoku hydroxidu sodného je asi 4 ml. Látky tedy reagují v poměru 1:2.

Rovnice:



Závěr:

Kyselina sírová reaguje s hydroxidem sodným za vzniku síranu sodného a vody. Indikátory nám ukazují změnu prostředí z kyselého na zásadité a naopak.

4.3.11 Metodický list ÚLOHA č. 11 – Neviditelné hašení

Téma: Dvouprvkové sloučeniny – oxid uhličitý

Forma výuky: skupinová

Časová dotace: 45 minut

Cílová skupina žáků: třetí ročník osmiletého gymnázia

Potřebné pomůcky a chemikálie: kádinky, akvárium, frakční baňka, balónky, brčka, jedlá soda, kypřicí prášek, ocet, špejle, svíčky různých velikostí, lakmus

Průběh hodiny:

Zapojení

Do PET lahve/baňky si předem připravím jedlou sodu a přidáme ocet. Počkáme, až reakce ustane. Opatrně přelijeme plyn do baňky/kádinky. Před žáky pak nalijeme plyn na hořící svíčku, která zhasne.

Otázky pro žáky: Proč svíčka zhasla? Co ji uhasilo? Proč to nebylo vidět? Můžeme plyny přelévát? Který plyn to mohl být? Co všechno víte o oxidu uhličitém? Můžeme nějakou jeho vlastnost dokázat pokusem pomocí předložených pomůcek?

Zkoumání

Pro fázi zkoumání si žáci musí zjistit, jak v laboratorních podmínkách připravit oxid uhličitý. Tuto informaci mají buď z hodin, nebo jim vyučující může informaci předat při přípravě na realizaci úlohy. Pro vlastní zkoumání si žáci volí samostatně danou vlastnost oxidu uhličitého. Mohou např. dokazovat, že nepodporuje hoření (zhasnutí hořící špejle), že je těžší než vzduch (zavádění oxidu uhličitého do akvária, kde jsou svíčky různých velikostí a uhašení nejprve té nejmenší), že je to kyselinotvorný oxid (zavádění oxidu uhličitého do kádinky s roztokem lakmusu – jeho zbarvení do červené barvy), že je to plyn (zavádění oxidu uhličitého do vody a pozorování bublinek). Žáci většinou stihnou provést více experimentů, záleží a tom, jak kvalitní zápis z hodiny vyučující požaduje. Všechny experimenty jsou bezpečné a žákům lze proto ponechat poměrně velkou volnost při volbě a provádění pokusů.

Zpracování

Porovnáváme výsledky jednotlivých skupin a snažíme se uvést co nejvíce různých experimentů pro důkazy vlastností oxidu uhličitého. Na některé experimenty (např. důkaz

kyselinotvornosti oxidů) žáci nepřipadnou vždy, ale je překvapující, kolik různých možností je při realizaci této úlohy napadlo.

Zobecnění

V souvislosti s oxidem uhličitým můžeme upozornit na společné vlastnosti plynů – nemají stálý tvar a objem, jsou snadno stlačitelné, patří mezi tekutiny (společně s kapalinami).

Zhodnocení

Vyučující i žáci hodnotí relevantnost a průkaznost jednotlivých pokusů. Příkladem může být například důkaz toho, že oxid uhličitý je těžší než vzduch. Žáci naplnili balónek oxidem uhličitým a pustili ho na zem. Nevzali však na vědomí hmotnost balónku a tedy fakt, že stejný balónek naplněný vzduchem by padal na zem také. Relevantnost experimentu by byla zajištěna pouze pokud by naplnili dva stejné balonky stejným množstvím oxidu uhličitého a vzduchu. Pak by je bylo možné zvážit. Proveditelnost tohoto experimentu v laboratorních podmínkách běžné školy je však sporná.

Pracovní list:

NEVIDITELNÉ HAŠENÍ

ÚKOL 1: Co všechno víte o oxidu uhličitém?

Nepodporuje hoření, je to plyn, je to kyselinotvorný oxid, vzniká hořením uhlikatých látek, je těžší než vzduch, ...

ÚKOL 2: Můžeme některou z vlastností oxidu uhličitého dokázat pomocí předložených pomůcek?

První nápad:

Dokážeme pomocí hořící špejle, že nepodporuje hoření.

Diskuze ve skupině:

Dokážeme pomocí hořící špejle, že nepodporuje hoření.

Vybraný nápad:

Dokážeme pomocí hořící špejle, že nepodporuje hoření.

Pomůcky: jedlá soda, ocet, špejle, Erlenmayerova baňka

Postup:

V baňce smícháme jedlou sodu a ocet. Poté do baňky pomalu zasunuje hořící špejli a pozorujeme.

Pozorování a výsledky:

Špejle zhasla.

Závěr:

Oxid uhličitý nepodporuje hoření.

4.3.12 Metodický list ÚLOHA č. 12 – Kde se berou kyselé deště?

Téma: Dvoupvkové sloučeniny – kyselinotvorné a zásadotvorné oxidy

Forma výuky: skupinová

Časová dotace: 2×45 minut

Cílová skupina žáků: třetí ročník osmiletého gymnázia

Potřebné pomůcky a chemikálie:

Průběh hodiny:

Zapojení

U této úlohy je možné zařadit předem hodinu navozující téma kyselých dešťů. K tomuto účelu je možné využít připravený text o kyselých deštích. Text je pro danou věkovou kategorii náročnější, proto je vhodné při jeho četbě postupovat metodou I.N.S.E.R.T., které vede žáky k ohodnocení a zaznamenávání vlastních postojů k informacím k textu. Další částí této hodiny je pak diskuze nad rozlišením odborného a neodborného textu, pro kterou jsou připraveny ukázky textů i se zdůvodněním, proč lze daný text považovat za odborný či nikoli. Problematiku kyselých dešťů pak v další hodině navodíme pomocí obrázků (viz příloha 7). Rozhovorem se žáky zjišťujeme jejich znalosti o tomto tématu. Pomocí obrázků upozorníme na to, odkud se kyselinotvorné oxidy berou a že jejich reakcí se vzdušnou vlhkostí dochází ke vzniku kyselin.

Zkoumání

Žáci samostatně experimentují. Měli by dbát na to, aby ve všech reakčních baňkách měli stejné množství reagujících látek. Upozorníme je zvláště na to, že při spalování síry musí být baňka dobře uzavřena. Obezřetní musíme být také kvůli možnosti zahřátí baněk. Při přípravě oxidu siřičitého a následném vlití vody s roztokem lakmusu dochází k unikání oxidu siřičitého, je proto lepší nejprve si roztok připravit a v uzavřené nádobě pak nad jeho hladinou spalovat síru.

Zpracování

Při zpracování využijeme fakta, která jsou již žákům známa. Jedná se hlavně o barvy indikátory v jednotlivých prostředích. Tak snadno určí, který oxid dal při slučování s vodou vzniknout kyselině, který zásadě a který s vodou nereagoval.

Zobecnění

Nalezení souvislosti mezi hodnotou elektronegativity atomu vázaného s kyslíkem v oxidech a jeho reakcí s vodou bude pro žáky obtížné. Je proto rozdělena do několika kroků. Nejprve vyhledají hodnoty elektronegativity prvků vázaných s kyslíkem v oxidech, jež využívali při svém pokusu. Pomocí schématu a doplňování do textu se pak pokusí tuto souvislost zobecnit.

Zhodnocení

Žáci posuzují, analyzují a hodnotí svou práci, zvažují její možná vylepšení.

Pracovní list:

KDE SE BEROU KYSELÉ DEŠTĚ?

ÚKOL: Navrhněte pokus, pomocí kterého dokážete, jak reagují předložené oxidy s vodou. Zopakujte si vlastnosti indikátoru lakmusu.

První nápad:

Smícháme oxidy s vodou a přidáme indikátor lakmus. V kyselém prostředí je lakmus zbarven červeně, v zásaditém modře. Vodný roztok lakmusu je fialový.

Diskuze ve skupině:

Smícháme oxidy s vodou a přidáme indikátor lakmus. V kyselém prostředí je lakmus zbarven červeně, v zásaditém modře. Vodný roztok lakmusu je fialový.

Vybraný nápad:

Smícháme oxidy s vodou a přidáme indikátor lakmus. V kyselém prostředí je lakmus zbarven červeně, v zásaditém modře. Vodný roztok lakmusu je fialový.

Pomůcky: spalovací lžička, baňky, zátka, kahan

Chemikálie: síra, oxid hlinitý, oxid vápenatý, roztok lakmusu

Postup:

Pozor, pracujte u okna a látky spalujte uvnitř baňky.

Do tří baněk nalijeme 50 cm^3 vody a přidáme 10 cm^3 roztoku lakmusu. Do první baňky přidáme lžičku oxidu vápenatého, do druhé lžičku oxidu hlinitého a do třetí vložíme spalovací lžičku s hořící sírou a baňku zazátkujeme. Když síra přestane hořet, směsi ve všech baňkách zamícháme.

Pozorování a výsledky:

Co se dělo v jednotlivých baňkách? Co nám prozradilo zbarvení indikátoru?

V první baňce se roztok lakmusu zbarvil modře. Ve druhé baňce barvu nezměnil. Ve třetí baňce se roztok lakmusu zbarvil do červena.

Závěr:

Oxid vápenatý reagoval s vodou za vzniku hydroxidu vápenatého. Hořením síry se vzdušným kyslíkem vznikl oxid siřičitý, který s vodou reagoval za vzniku kyseliny siřičité. Oxid hlinitý s vodou nereagoval.

Proč mají vzniklé oxidy rozdílné vlastnosti?

Porovnejte hodnoty elektronegativity atomů vápníku, hliníku a síry vázaných v příslušných oxidech.

$X(\text{Ca}) = 1,0$ $X(\text{Al}) = 1,5$ $X(\text{S}) = 2,4$

Doplňte na základě schématu a provedené laboratorní práce:

ELEKTRONEGATIVITA

$X \leq 1$ $1 < X \leq 2$ $X > 2$

Oxidy, ve kterých jsou s atomy kyslíku sloučeny atomy prvků s hodnotou elektronegativity rovnou jedné nebo menší než jedna, nazýváme ...**zásadotvorné**... oxidy. Oxidy, ve kterých jsou s atomy kyslíku sloučeny atomy prvků s hodnotou elektronegativity větší než dva nazýváme ...**kyselinotvorné**... oxidy. Ostatní oxidy s vodou nereagují.

4.3.13 Metodický list ÚLOHA č. 13 – Hanbaté vajíčko

Téma: Soli – uhličitan vápenatý

Forma výuky: skupinová

Časová dotace: 45 minut

Cílová skupina žáků: třetí ročník osmiletého gymnázia

Potřebné pomůcky a chemikálie: ocet, kapátko, skořápky a schránky, vápenec, žula, mramor

Průběh hodiny:

Zapojení

Do sklenice s octem vložíme vejce a pozorujeme. Vejce za několik minut vyplave na povrch a znovu se potopí. Na povrchu vejce začíná reakce mezi uhličitanem vápenatým CaCO_3 , který tvoří skořápku, a kyselinou octovou CH_3COOH (ocet). Vzniká oxid uhličitý CO_2 , jehož bublinky ulpívají na povrchu skořápky a zdvihají vejce na hladinu. Na povrchu kapaliny bublinky praskají, vejce se opět potápí ke dnu a znovu se zvedá. Tento proces pokračuje, dokud se skořápka nerozpustí. Žákům předložíme vejce předem připravené (3 dny v lázni). Po třech dnech je vejce potažené už jen pružnou blánou.

Zkoumání

Při realizaci experimentu si žáci označí vzorky a nakapou na ně ocet. Sami vyhodnocují, který vzorek dle jejich důkazu obsahuje či neobsahuje uhličitan vápenatý.

Zpracování

Žáci prezentují výsledky a porovnávají je ve skupinách. Obvykle nebyla s určením vzorků obtíž. Využijí ještě doplňujícího úkolu a dokáží vznikající plyn, což je znalost, kterou si odnesli z předchozích úloh.

Zobecnění

Uvedeme do diskuze problém koloběhu uhlíku a jeho ukládání do horninových vrstev a schránek živočichů. Také lze nastínit problém tvrdosti vody a odstraňování tzv. „kotelního kamene“ pomocí octa.

Zhodnocení

Tento pokus probíhá obvykle bez problémů. Rovnici reakce by žáci měli být schopni napsat, pokud jim prozradíme chemický vzorec octa. Mohou ale zapsat i podobnou rovnici s využitím kyseliny chlorovodíkové.

Žáci posuzují, analyzují a hodnotí svou práci, zvažují její možná vylepšení.

Pracovní list:

HANBATÉ VAJÍČKO

ÚKOL 1: Navrhněte pokus, kterým dokážete, že předložené látky obsahují uhličitan vápenatý.

První nápad:

Pokud bude látka obsahovat uhličitan vápenatý, budou se při styku s octem vylučovat bublinky oxidu uhličitého.

Diskuze ve skupině:

Na předložené látky kápneme ocet. Pokud bude látka obsahovat uhličitan vápenatý, budou se při styku s octem vylučovat bublinky oxidu uhličitého.

Vybraný nápad:

Na předložené látky kápneme ocet. Pokud bude látka obsahovat uhličitan vápenatý, budou se při styku s octem vylučovat bublinky oxidu uhličitého.

Pomůcky: ocet, kapátko, skořápky a schránky, vápenec, žula, mramor

Postup:

Na předložené látky kápneme ocet. Pokud bude látka obsahovat uhličitan vápenatý, budou se při styku s octem vylučovat bublinky oxidu uhličitého.

Závěr:

Uhličitan vápenatý se pod účinkem octa rozkládá na oxid uhličitý, octan vápenatý a vodu. Bublinky oxidu uhličitého jsou důkazem přítomnosti uhličitanu vápenatého. Z předložených přírodnin uhličitan vápenatý obsahovaly skořápky, mušle a vápenec.



ÚKOL 2: Můžete dokázat vznikající plyn? Jedná se skutečně o oxid uhličitý?

Provedeme důkaz hořící špejlí - zhasne.

4.3.14 Metodický list ÚLOHA č. 14 – Krápníkové zázraky

Téma: Soli – uhličitan vápenatý

Forma výuky: skupinová

Časová dotace: 45 minut

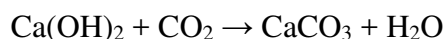
Cílová skupina žáků: třetí ročník osmiletého gymnázia

Potřebné pomůcky a chemikálie: kádinky, kapátko, kahan, držák na zkumavku, zkumavka, vápenná voda, minerálka

Průběh hodiny:

Zapojení

Žáci si připraví kádinky s přefiltrovanou vápennou vodou. Z minulé úlohy vědí, že oxid vápenatý je zásadotvorný oxid a při reakci s vodou tedy vzniká hydroxid vápenatý. Pomocí brčka dovnitř čiré tekutiny foukají. Vznikne bílý zákal. Samostatně odvodí, o kterou látku se jedná – uhličitan vápenatý.



Zkoumání

Vlastní zkoumání má v této úloze podobu strukturovaného bádání. Postup i otázka jsou dány učitelem a žáci hledají řešení a odpovídají na otázky. Po úvodním pokusu, kde byl ke vzniku uhličitanu použit oxid uhličitý obsažený ve vydechovaném vzduchu, je zde postup obměněn a jako zdroj uhličitanových aniontů je použita minerální voda.

Zpracování

Po přidání minerální vody do zkumavky s vápennou vodou se roztok zakalí. S přikapáváním pokračujeme tak dlouho, dokud se roztok vyčeří. Málo rozpustný uhličitan vápenatý reaguje s uhličitanovými anionty za vzniku dobře rozpustného hydrogenuhličitanu vápenatého. Roztok hydrogenuhličitanu vápenatého povaříme. V roztoku a na stěnách zkumavky se vyloučí uhličitan vápenatý. Tímto způsobem vzniká z tvrdé vody tzv. kotelní kámen.

Zobecnění

Společně se žáky odvozujeme rozpustnost hydrogenuhličitanů a nerozpustnost uhličitánů. Poukazujeme na pojem tvrdá voda a kotelní kámen a souvislost se vznikem krápníků. Malý krápník si mohou žáci připravit v doplňujícím úkolu.

Zhodnocení

Žáci posuzují, analyzují a hodnotí svou práci, zvažují její možná vylepšení.

Pracovní list:

KRÁPNÍKOVÉ ZÁZRKY

ÚKOL: Sleduj vznik uhličitanů a hydrogenuhličitanu vápenatého.

Pomůcky: kádinky, kapátko, kahan, držák na zkumavku, zkumavka

Chemikálie: vápenná voda, minerálka

Postup:

Podívej se na obal lahve a zaznamenej, které ionty obsahuje minerální voda.

Li^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , F^- , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-

K 10 cm³ vápenné vody přikapávej roztok minerální vody. Co pozoruješ?

Roztok se zakalí.

Pokračuj v přikapávání minerální vody. Co pozoruješ?

Zakalení roztoku zmizí.

Odděl trochu roztoku do zkumavky a zahřívej nad kahanem. Co pozoruješ?

Roztok se opět zakalí. Na stěnách zkumavky se vylučuje bílá látka.

Pozorování a výsledky:

Nejprve vznikl ...zakalený... roztok. Po dalším přidání minerální vody se roztok ...stal znovu čirým.... Po zahřátí ...se zákal opět objevil....

Závěr:

Reakcí vápenné vody s ...hydrogenuhličitanovým aniontem... z minerální vody vznikl ...uhličitan vápenatý..., který je ve vodě ...nerozpustný.... Dalším přidáváním minerální vody vznikl...hydrogenuhličitan vápenatý..., který je ve vodě ...rozpustný... Po zahřátí vznikl opět ...uhličitan vápenatý....

Doplň rovnici: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

Doplnění:

Připravte nasycený roztok jedlé sody. Ustříhněte provázek vlny, dlouhý asi 20 cm. Přivažte ho na špejli a jeden konec ponořte do roztoku. Umístěte na teplé a slunné místo.

Následně možno provést důkaz vykrytalizované látky pomocí octa či HCl.

4.3.15 Metodický list ÚLOHA č. 15 – Může voda dělat boule?

Téma: Soli – uhličitaný, sírany

Forma výuky: skupinová

Časová dotace: 45 minut

Cílová skupina žáků: třetí ročník osmiletého gymnázia

Potřebné pomůcky a chemikálie: stojánek na zkumavky, zkumavky, kapátko, kahan, hodinové sklíčko, kleště, vzorky vody (např. voda destilovaná a minerální), mýdlová voda

Průběh hodiny:

Zapojení

Jako nápovědu je možné pustit nějakou reklamu na změkčovač vody či nechat kolovat balení tohoto výrobku, případně nádobu s usazeným vodním kamenem.

Zkoumání

Na základě textu v úvodu úlohy by žáci měli navrhnout dva různé pokusy na odlišení předložených vzorků vody. Prvním pokusem by mohlo být odpařování vzorku vody. Pokud po odpaření vzorku zůstane na sklíčku usazenina, jednalo se o vodu s vyšším obsahem minerálních látek. Druhým pokusem je rozdílnost v pěnivosti mýdlového roztoku v měkké a tvrdé vodě. V měkké vodě mýdlo vytváří pěnu, ve tvrdé vodě vytváří sraženinu a pěna se netvoří (Ganajová, Kalafutová, 2010). Upozorníme žáky na nutnou opatrnost při zahřívání a manipulací s horkými nástroji.

Zpracování

Při zpracování výsledků by měli žáci dbát na to, zda oba vzorky zkoušeli za srovnatelných podmínek (objem, teplota). V této fázi by pak také měli srozumitelně zformulovat vysvětlení, jak svým experimentem dokázali rozlišit vodu měkkou a tvrdou.

Zobecnění

Poukazujeme a již získané poznatky o rozpustnosti hydrogenuhličitanů a nerozpustnosti uhličitanů, které žáci získali v předchozí laboratorní práci.

Zhodnocení

Žáci posuzují, analyzují a hodnotí svou práci, zvažují její možná vylepšení. Zhodnocení se týká především toho, zda přišli na jeden nebo oba možné experimenty, zda dodrželi stejné podmínky pro oba vzorky a zda své výsledky dokázali smysluplně prezentovat a vysvětlit v souvislosti se zkoumanými jevy.

Pracovní list:

MŮŽE VODA DĚLAT BOULE?

Teoretický úvod:

Voda je stálá chemická sloučenina složená z vodíku a kyslíku a je nejrozšířenější chemickou sloučeninou na Zemi. Vyskytuje se ve všech třech skupenstvích. Je důležitou složkou organismů. V přírodě se obvykle nevyskytuje čistá, ale obsahuje různá množství rozpuštěných látek.

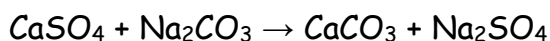
Druhy vody:

Vodu můžeme rozlišovat například podle množství rozpuštěných látek (měkká, tvrdá, minerální), podle původu nebo podle čistoty.

Tvrdość vody je veličina nejčastěji udávající koncentraci kationtů vápníku a hořčíku ve vodě. Tvrdość můžeme rozdělit na přechodnou a na stálou. Přechodnou tvrdość vody způsobují rozpustné hydrogenuhličitaný, a to především hydrogenuhličitan vápenatý $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ a hydrogenuhličitan hořečnatý $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Tuto tvrdość vody lze odstranit převařením. Vyloučené uhličitaný se usazují jako tzv. kotelní kámen.



Vařením se však nezbovíme tvrdości trvalé, za kterou jsou odpovědné především sírany, a to síran vápenatý CaSO_4 a síran hořečnatý MgSO_4 . K jejich odstranění používáme srážení působením např. uhličitanu sodného Na_2CO_3 .

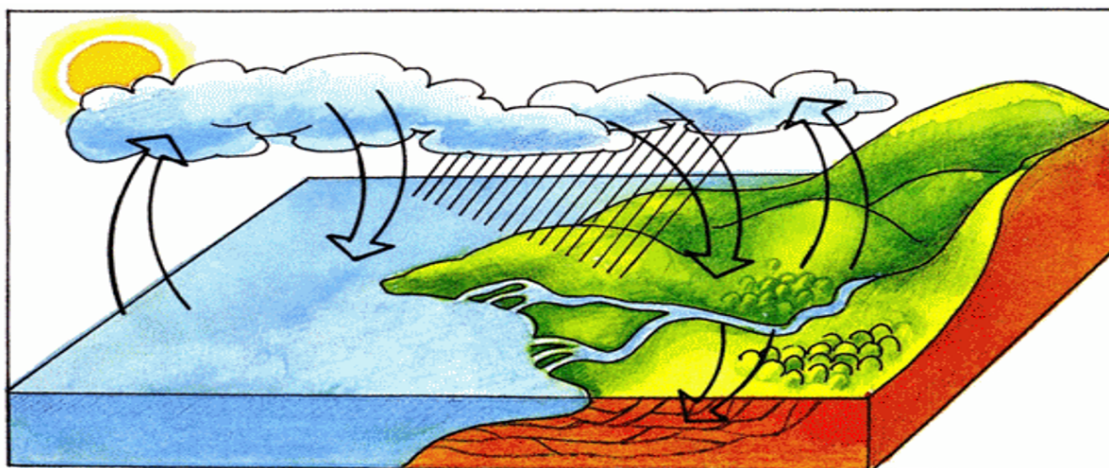


Tímto procesem se rozpustné hydrogenuhličitaný a sírany převedou na méně rozpustné látky - uhličitaný.

Ze zkušenosti můžeme jmenovat dva příklady, kdy nám tvrdá voda komplikuje život. Mytí a praní v měkké vodě (např. v horském potoku nebo dešťové vodě) je snazší než ve vodě tvrdé. Minerální látky obsažené v tvrdé vodě vytvářejí s mýdlem sraženinu, a tak mýdlo ztrácí svoji účinnost.

Při delším používání varné konvice pozorujeme usazování vodního kamene na jejím dně.

ÚKOL 1: Pomocí obrázku koloběhu vody urči, kde v přírodě bychom se asi setkali s vodou měkkou a kde s tvrdou.



<http://home.tiscali.cz/chemie/images/kolobeh.gif>

Měkká voda je například voda dešťová, tvrdá je voda podzemní, ve které se při procházení vrstvou hornin rozpustily některé minerální látky.

ÚKOL 2: Navrhni pokus, při kterém bys rozlišil vodu měkkou a tvrdou

První nápad:

Můžeme zkusit odpařit malé množství zkoumaného vzorku. Pokud na sklíčku zůstanou usazeniny, jednalo se o vodu tvrdou.

Můžeme zkusit přidat ke vzorku trochu mýdlové vody. Pokud vznikne sraženina a roztok málo pění, jedná se o vodu tvrdou.

Diskuze ve skupině:

Můžeme zkusit odpařit malé množství zkoumaného vzorku. Pokud na sklíčku zůstanou usazeniny, jednalo se o vodu tvrdou.

Můžeme zkusit přidat ke vzorku trochu mýdlové vody. Pokud vznikne sraženina a roztok málo pění, jedná se o vodu tvrdou.

Vybraný nápad:

Můžeme zkusit odpařit malé množství zkoumaného vzorku. Pokud na sklíčku zůstanou usazeniny, jednalo se o vodu tvrdou.

Můžeme zkusit přidat ke vzorku trochu mýdlové vody. Pokud vznikne sraženina a roztok málo pění, jedná se o vodu tvrdou.

Pomůcky a chemikálie: stojánek na zkumavky, zkumavky, kapátko, kahan, hodinové sklíčko, kleště, vzorky vody, mýdlová voda

Postup:

Na hodinové sklíčko kápneme trochu zkoumaného vzorku. Zahříváme nad kahanem. Po odpaření vody pozorujeme, zda na sklíčku zůstaly nějaké usazeniny. Do zkumavky odměříme 10 cm³ vzorku vody a po kapkách přidáváme roztok mýdla. Po přikápnutí vzorek protřepeme a pozorujeme, zda dochází ke vzniku pěny nebo sraženiny. Opakujeme s druhým vzorkem.

Pozorování a výsledky:

Po odpaření vzorku tvrdé vody zůstala na sklíčku usazenina. Ve vzorku tvrdé vody docházelo ke srážení mýdlového roztoku a netvořila se pěna.

Závěr:

Tvrdou a měkkou vodu můžeme odlišit například roztokem mýdla. Ve vodě měkké se dobře rozpouští a vytváří pěnu. Ve vodě tvrdé se nerozpouští a pěnu nevytváří. Tvrdou a měkkou vodu můžeme odlišit také jejím převařením. Po převaření tvrdé vody se na stěnách varné nádoby vytváří usazenina.

Vyber z nabídky a přiřaď:

MĚKKÁ VODA - menší množství minerálních látek, zalévání, praní, dešťová voda

TVRDÁ VODA - větší množství minerálních látek, změkčovač vody, soda na praní, vodní kámen, podzemní voda, voda ze studně

4.4 Využití IBSE při výuce chemie a jeho vliv na žáky

Pro realizaci výzkumu bylo využito kvalitativního přístupu. Jako nejvhodnější design výzkumu byla vybrána případová studie. Výzkumným vzorkem byla třída třetího ročníku osmiletého gymnázia. Při výzkumu byly využity různé metody sběru dat a jejich vyhodnocení. Výsledky jednotlivých fází výzkumu jsou uvedeny níže.

4.4.1 Didaktický test

Pro stanovení vstupních dovedností žáků zkoumaného vzorku byl využit didaktický test z chemie pro základní školu (Řezníčková, 2013). Test je založený na jedné komplexní úloze, která od žáků vyžaduje vyřešení několika dílčích úloh. Zařazení a zaměření dílčích úloh testu ukazuje tabulka 5.

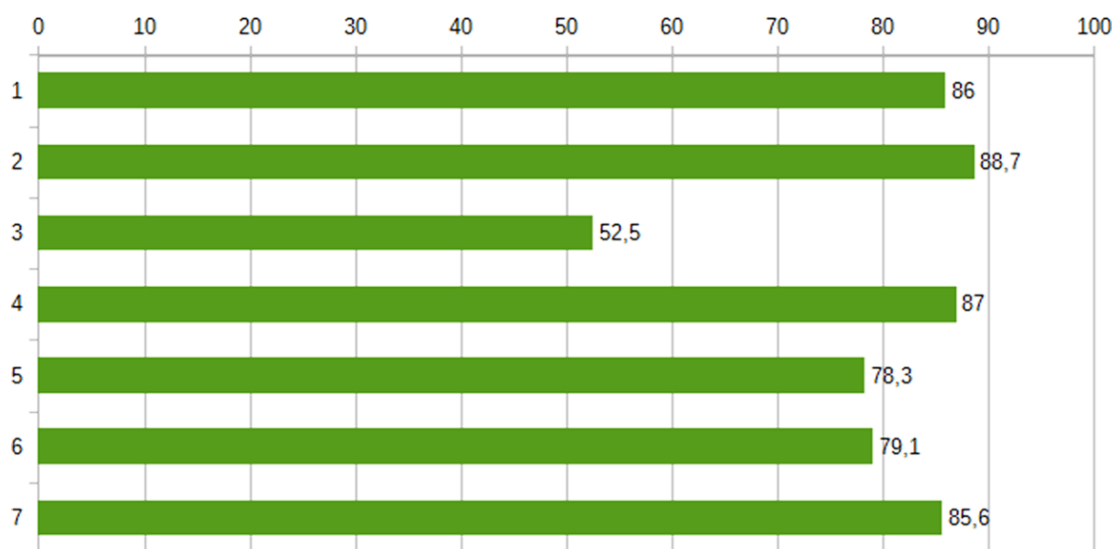
Tabulka 5. Zařazení a zaměření dílčích úloh testu (zpracováno podle (Řezníčková, 2013))

ÚLOHA	TYP DOVEDNOSTI
1	vyhledávání informací v textu
2	vyhledávání údajů v tabulce
3	vyhledávání údajů v grafu
4	analýzy údajů z více zdrojů
5	přenos údajů z textu do tabulky a do grafu
6	kladení odborných otázek
7	hledání informací v textu

Hodnocený vzorek představovalo 27 žáků. Test jim byl předložen na hodině chemie bez předchozí přípravy. Průměrnou úspěšnost žáků při řešení testových položek ukazuje tabulka 6. Z uvedených výsledků vyplývá, že obecné chemické dovednosti jsou u žáků zkoumaného vzorku na velmi dobré úrovni. Větší obtíže jim dělá pouze vyhledávání údajů z grafu. Překvapivě dobře si vedli při přenosu údajů z textu do tabulky a do grafu. Žáci, u kterých byly zaznamenány chemické dovednosti na nejnižší úrovni, pak byli sledováni při realizaci úloh se zvláštním aspektem na rozvíjení jejich badatelských dovedností.

Tabulka 6: Průměrná úspěšnost žáků při řešení testových položek

ÚLOHA	ÚSPĚŠNOST (%)
1	86,0
2	88,7
3	52,5
4	87,0
5	78,3
6	79,1
7	85,6



Obrázek 9: Hodnocení úspěšnosti žáků při řešení testových položek

4.4.2 Zúčastněné pozorování

U pěti vybraných žáků, u kterých didaktický test vykázal obtíže v některých očekávaných dovednostech, bylo během realizace výzkumu celkem třikrát prováděno podrobné pozorování jejich práce při hodině a rozbor jejich pracovních záznamů. Pro tento účel byl použit hodnotící list, který byl vytvořen podle publikace „Diagnostické nástroje na podporu výskumne ladenej koncepcie v prírodovednom vzdelávaní“ (Bergman, 2013), hodnotící arch pro primární a sekundární stupeň vzdělávání, část A, sledující aktivity žáků (Příloha 1).

Měření se odehrávalo během úloh Pomozte Popelce!, Odbarvení vody a Kde se berou kyselá deště?. Jednotlivé činnosti žáka byly sledovány a hodnoceny číselnou hodnotou od 1 do 3 (žák zvládá popsané činnosti 1...výborně, 2...průměrně, 3... potřebuje se zlepšit).

U tohoto vzorku žáků byl ve zvýšené míře pozorován problém hlavně v oblasti kladení otázek, formulace výzkumné otázky, sestavení hypotézy, provedení pokusu, zaznamenání průběhu pokusu, vyhodnocení, zda hypotéza byla potvrzena či vyvrácena, kladení nových otázek a prezentace výsledků. Obecně lze říci, že jednotlivé dovednosti se při dalších měřeních zlepšovali. Při prvním měření byly hodnoceny u většiny žáků číselnou hodnotou 3. Při dalších měřeních se pak objevovaly spíše číselné hodnoty 2 a 1. Nejdéle setrvaly problémy u schopnosti žáků sestavit hypotézu a klást nové otázky. Kromě individuálních odchylek pak byl v celkovém hodnocení znát zlepšující se trend a jednotlivé dovednosti se dostávaly na lepší úroveň.

4.4.3 Sebehodnocení žáků

V průběhu výzkumu bylo zařazeno 15 úloh. Během této doby bylo nad rámec běžných záznamů z hodiny užito sebehodnotícího listu žáka, a to celkem třikrát. Každý žák obdržel svůj unikátní kód, pod kterým list odevzdával. Pro vyhodnocení byly vybrány hodnotící listy pouze od žáků, kteří se zúčastnili všech třech hodnotících kol. Jednalo se o 24 žáků, z toho 16 dívek a 8 chlapců.

Tabulka 7: Pohlaví respondentů

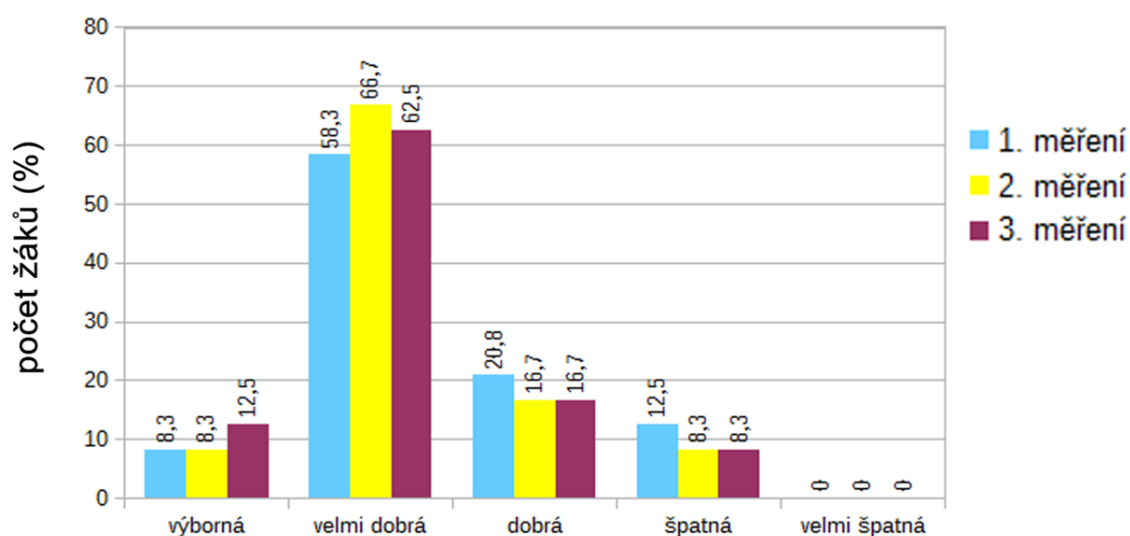
POHLAVÍ	ZASTOUPENÍ (%)
žena	66,7
muž	33,3

V první úloze měli žáci vyznačit svou oblibu předmětu chemie na čáře dlouhé 8 cm. Hodnoty byly velmi rozporuplné, průměrná hodnota vyšla při prvním měření odpovídající mírné neoblibě (4,3 cm), při druhém (4,1 cm) i při třetím měření se situace zlepšovala (3,8 cm).

Kvalitu výuky chemie na své škole hodnotili žáci velmi dobře. Při prvním měření hodnotu výborná nebo velmi dobrá zvolilo šestnáct tj. 66,7 % žáků, při druhém a třetím měření osmnáct tj. 75 % žáků.

Tabulka 8: Hodnocení kvality výuky chemie na navštěvované škole

KVALITA VÝUKY	POČET ŽÁKŮ (%)		
	1. MĚŘENÍ	2. MĚŘENÍ	3. MĚŘENÍ
výborná	8,3	8,3	12,5
velmi dobrá	58,3	66,7	62,5
dobrá	20,8	16,7	16,7
špatná	12,5	8,3	8,3
velmi špatná	0	0	0

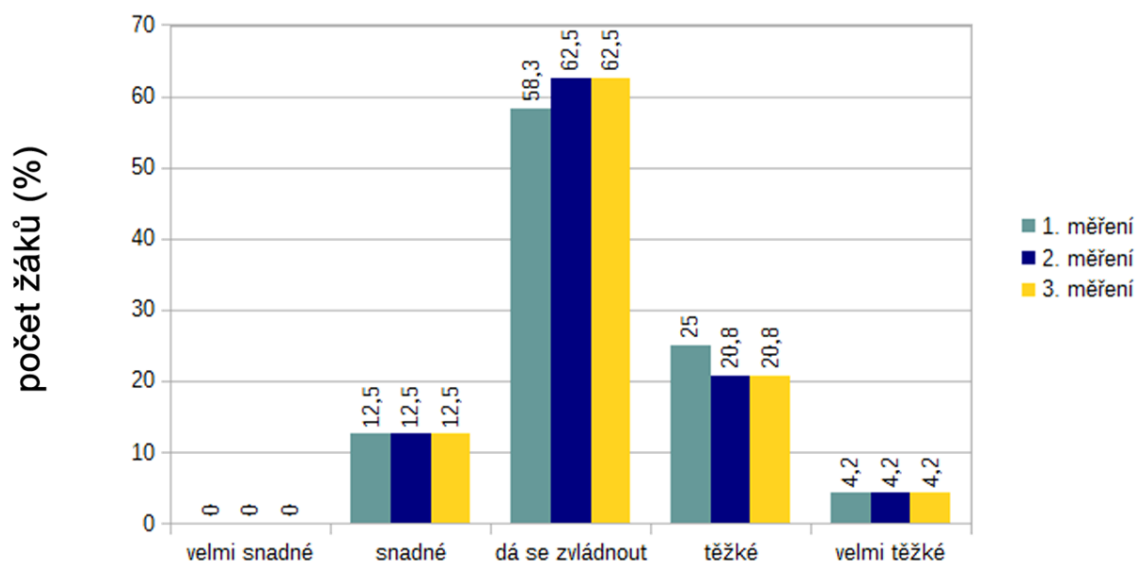


Obrázek 10: Hodnocení kvality výuky chemie

V otázce, kde žáci hodnotili, jak snadné je pro ně učit se chemii byly výsledky různorodé. Při prvním měření nejvíce žáků zvolilo možnost „dá se zvládnou“. Jednalo se o 14 žáků, tj. 58,4 %. Při druhém a třetím měření byly výsledky obdobné; došlo k velmi mírnému zlepšení.

Tabulka 9: Hodnocení obtížnosti zvládnout učivo chemie

UČIT SE CHEMII JE	POČET ŽÁKŮ (%)		
	1. MĚŘENÍ	2.MĚŘENÍ	3.MĚŘENÍ
velmi snadné	0	0	0
snadné	12,5	12,5	12,5
dá se zvládnout	58,3	62,5	62,5
těžké	25	20,8	20,8
velmi těžké	4,2	4,2	4,2

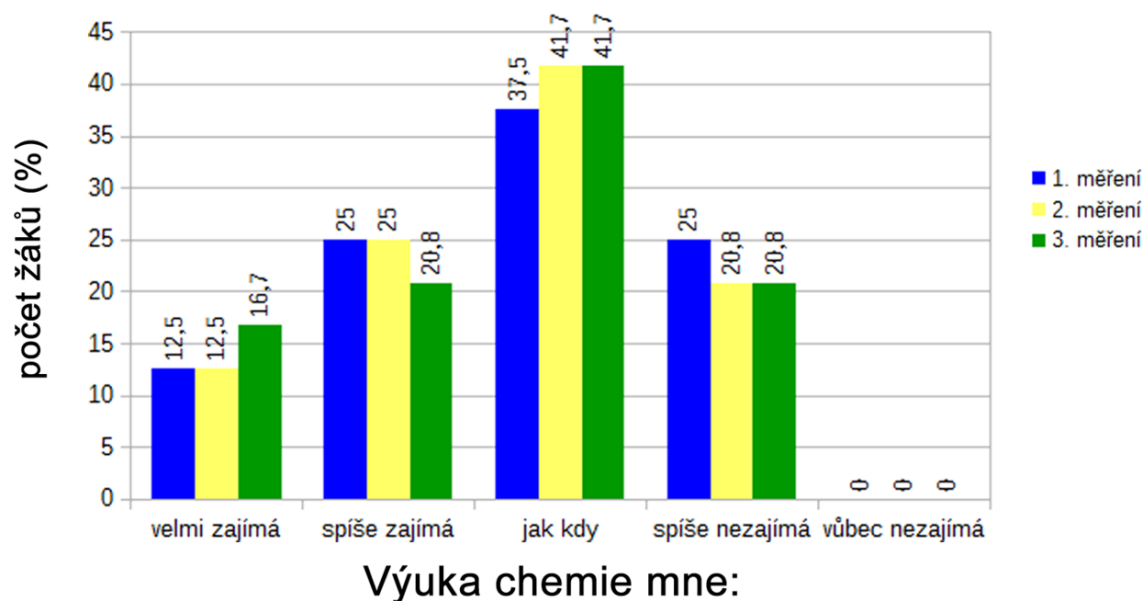


Obrázek 11: Hodnocení obtížnosti zvládnout učivo chemie

Další část se zabývala zájmem o předmět chemie. Při vše měření uvedlo 9 žáků tj. 37,5 %, že je chemie velmi nebo spíše zajímavá. Při třetím měření se však změnil počet žáků v první kategorii na čtyři a v druhé kategorii na pět.

Tabulka 10: Hodnocení zájmu o výuku chemie

VÝUKA CHEMIE MNE	POČET ŽÁKŮ (%)		
	1. MĚŘENÍ	2.MĚŘENÍ	3.MĚŘENÍ
velmi zajímavá	12,5	12,5	16,7
spíše zajímavá	25	25	20,8
jak kdy	37,5	41,7	41,7
spíše nezajímá	25	20,8	20,8
vůbec nezajímá	0	0	0

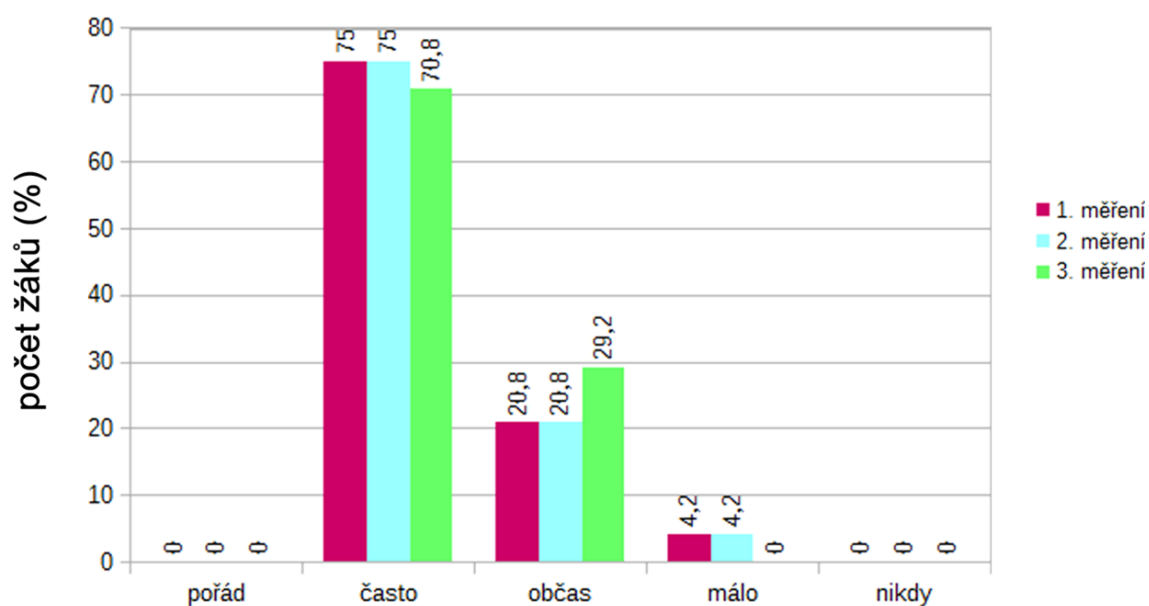


Obrázek 12: Hodnocení zájmu o výuku chemie

Při hodnocení četnosti pokusů v hodinách chemie zvolilo při prvních dvou měřeních možnost často osmnáct žáků tj. 75 %. I při posledním měření zvolila tuto možnost většina žáků a to sedmnáct tj. 70,8 %. Na doplňující otázku; “Jak často“, odpovídala většina žáků jednou za týden nebo jednou za čtrnáct dní.

Tabulka 11: Hodnocení četnosti pokusů při hodinách chemie

ČETNOST POKUSŮ	POČET ŽÁKŮ (%)		
	1. MĚŘENÍ	2. MĚŘENÍ	3. MĚŘENÍ
pořád	0	0	0
často	75,0	75,0	70,8
občas	20,8	20,8	29,2
málo	4,2	4,2	0
nikdy	0	0	0

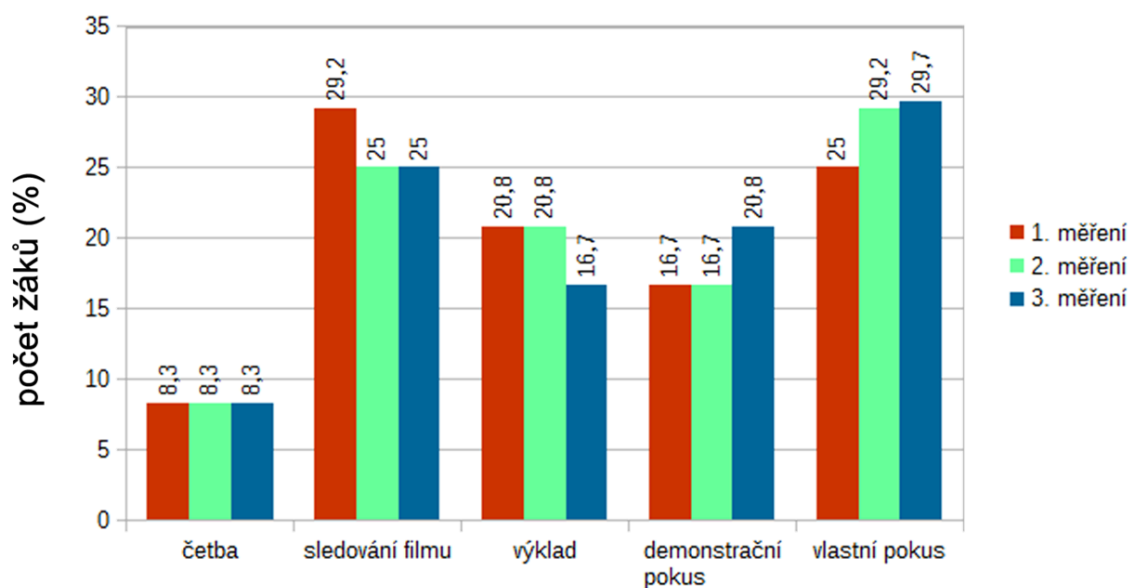


Obrázek 13: Hodnocení četnosti pokusů při hodinách chemie

Další část hodnotícího listu se vztahuje k posouzení vlastní schopnosti učit se. Žáci měli na výběr pět možností a z nich měli vybrat dvě, které jim nejvíce pomáhají naučit se něčemu novému. Rozložení výsledků bylo velmi rozmanité. Na předních příčkách při prvním měření bylo jmenováno sledování filmu (29,2 %) , vlastní pokus (25,0 %) a výklad (20,8 %). Při dalších měřeních se výsledky příliš neměnily, k mírnému zlepšení došlo při výběru vlastního pokusu.

Tabulka 12: Hodnocení schopnosti učit se vybranou činností

ČINNOST	POČET ŽÁKŮ (%)		
	1. MĚŘENÍ	2.MĚŘENÍ	3.MĚŘENÍ
četba	8,3	8,3	8,3
sledování filmu	29,2	25,0	25,0
výklad	20,8	20,8	16,7
demonstrační pokus	16,7	16,7	20,8
vlastní pokus	25,0	29,2	29,2

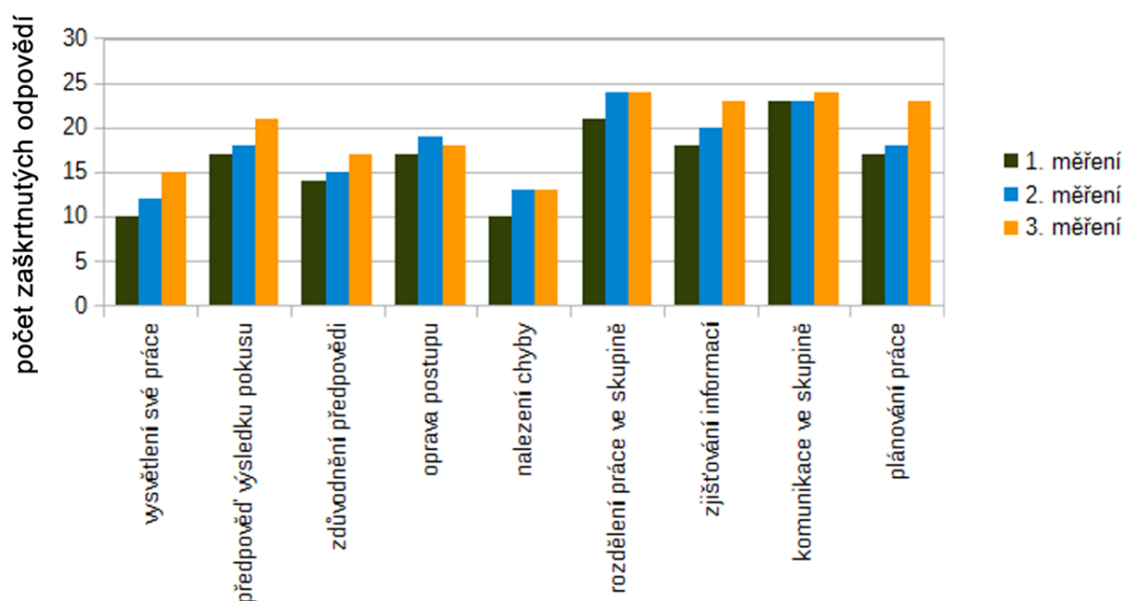


Obrázek 14: Hodnocení schopnosti učit se vybranou činností

Při hodnocení vlastních dovedností mohli žáci vybírat více možností z celkem devíti popsaných dovedností. Při prvním měření bylo zaznamenáno 147 možností označených jako Ano (tedy tuto činnost celkem dobře umím), při druhém měření bylo 164 takto označených možností a při třetím 178. K nejlépe ovládaným patřilo plánování práce ve skupině, komunikace ve skupině a zjišťování informací.

Tabulka 13: Hodnocení vlastních dovedností

ČINNOST	POČET ZAŠKRTNUTÝCH ODPOVĚDÍ		
	1. MĚŘENÍ	2.MĚŘENÍ	3.MĚŘENÍ
vysvětlení své práce	10	12	15
předpověď výsledku pokusu	17	18	21
zdůvodnění předpovědi	14	15	17
oprava postupu	17	19	18
nalezení chyby	10	13	13
rozdělení práce ve skupině	21	24	24
zjišťování informací	18	20	23
komunikace ve skupině	23	23	24
plánování práce	17	18	23



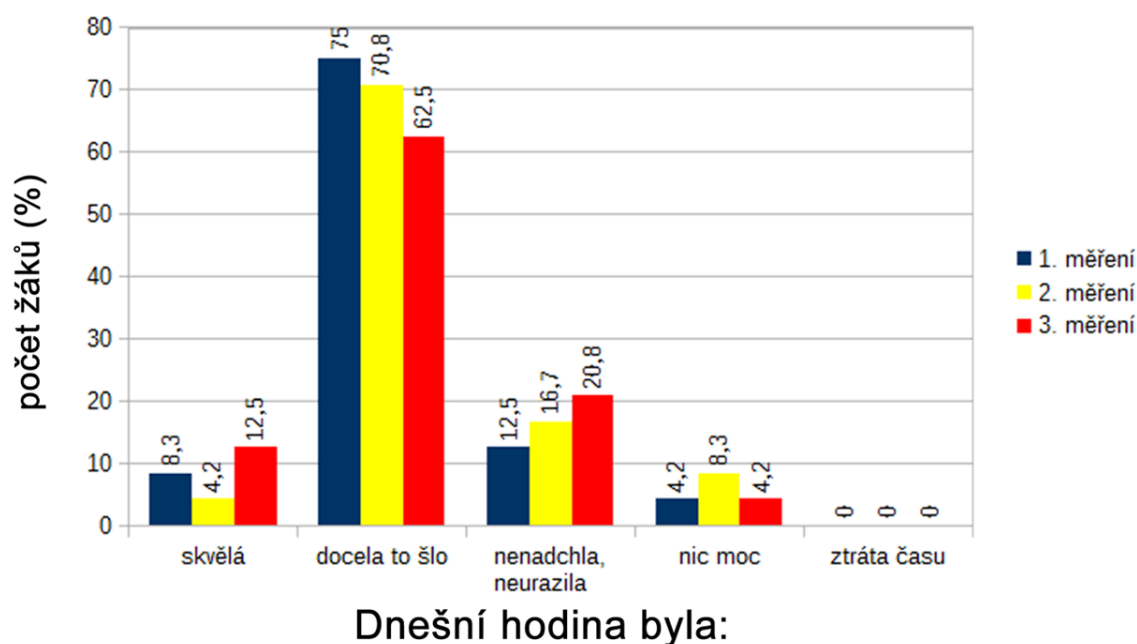
Obrázek 15: Hodnocení vlastních dovedností

Při hodnocení absolvovaných činností („Co už jsem při výuce přírodních věd vyzkoušel/a“) již při prvním měření vybrali téměř všichni žáci všech pět možností. Mezi nejčastěji nevybrané patřila činnost „práce s textem“ a „vysvětlení pokusu“. Při dalších měřeních podíl těchto nezaškrtnutých možností klesal.

Hodnocení vlastní hodiny v jednotlivých měřeních nelze příliš porovnávat, neboť šlo o různá témata, která žáky různě zaujmou. Celkově však byly úlohy vnímány velmi pozitivně.

Tabulka 14: Hodnocení proběhlé hodiny

DNEŠNÍ HODINA BYLA	POČET ŽÁKŮ (%)		
	1. MĚŘENÍ	2. MĚŘENÍ	3. MĚŘENÍ
skvělá	8,3	4,2	12,5
docela to šlo	75	70,8	62,5
nenadchla, neurazila	12,5	16,7	20,8
nic moc	4,2	8,3	4,2
ztráta času	0	0	0



Obrázek 16: Hodnocení proběhlé hodiny

Odpovědi na doplňující otázky tohoto úkolu byly značně různorodé. Na otázku: „Co se v dnešní hodině povedlo?“ se při prvních měřeních objevovaly odpovědi: „Náš pokus“,

„Všechno“, apod. Později se žáci zamysleli spíše nad průběhem a realizací pokusu a dokázali své úspěchy konkrétněji definovat; „Dokázali jsme se spolu domluvit.“, „Dosáhli jsme očekávaného výsledku pokusu.“ atd. Stejný vývoj byl znát i u druhé podotázky: „Co bych příště udělal/a jinak?“

Poslední část hodnotící listu byla věnována návrhům žákům na náplň hodin chemie: „Co bych si v hodině chemie nejraději vyzkoušel/a.“

Zde žáci uváděli hlavně návrhy experimentů doprovázených světelnými efekty, výbuchy, změnou barev apod.

4.4.4 Žákovské portfolio

Během výzkumu byly sledovány hlavně protokoly jednotlivých žáků. Každý žák vytvářel svůj vlastní protokol bez ohledu na to, že samotná práce se odehrávala v menších skupinách dvou až čtyř žáků. Pro analýzu záznamů byl využit hodnotící arch monitorující záznamy žáků (Bergman, 2013), část C hodnotící záznamy žáků (Příloha 5). Záznamy žáků byly sledovány dle několika hledisek, jejich zjednodušený přepis je uveden zde:

- Žáci si vytvářejí záznamy o tom, co dělali a zjistili.

Žáci si vytvářejí poznámky a záznamy individuálně nebo jako skupina. Poznámky jsou ve formě písemného záznamu.

- Žáci si ve svých záznamech jasně formulují výzkumný problém nebo výzkumnou otázku.

V písemných záznamech ať už skupinových nebo individuálních se nachází poznámka, která vyjadřuje výzkumnou otázku.

- Záznamy žáků obsahují data a způsob, jakým byla získána.

Žákovské záznamy obsahují zmínku o tom, co bylo pozorované a měřené.

- Pozorování a data byla systematicky zaznamenána.

Záznamy jsou uspořádány v tabulce nebo ve strukturovaném záznamu, grafu nebo kresbě, která vyjadřuje výsledek experimentu.

- Záznamy naznačují, zda se předpoklady potvrdily nebo ne.

Záznamy obsahují zmínku o tom, zda si experimentem žáci svou hypotézu potvrdili či nikoli.

- Záznamy naznačují závěry výzkumné činnosti.

Záznamy obsahují diskuzi nebo zobecnění, které vysvětluje výsledky pozorování nebo měření.

- Žáci si během experimentu vytváří vlastní poznámky.

Žáci si během experimentování průběžně zaznamenávají poznámky, nápady a zjištěná data. Nejsou tím myšleny formální záznamy vytvořené v závěru zkoumání.

Záznamy žáků byly již na začátku výzkumu na poměrně dobré úrovni. Největší problémy se objevovaly v oblasti formulace výzkumné otázky a využití naměřených dat pro vyvození závěrů a hlavně jejich zobecnění. To ukazuje na obtíže při přesunu myšlení žáků z roviny konkrétní do roviny abstraktní. Při realizaci dalších úloh, kdy se zkušenost s tvorbou pojmů a užíváním abstraktního myšlení prohlubovala, docházelo ke zlepšování v této oblasti. Uspokojivých výsledků nebylo dosaženo také v oblasti vlastních poznámek žáků. Žáci využívali protokoly a dodržovali jejich strukturu, vlastní myšlenky a nápady si ve větší míře nezaznamenávali. Možným důvodem byla i přílišná strukturovanost předložených protokolů, která v úvodu výzkumu měla svůj význam, neboť žákům pomáhala zvládnout zatím nepoznanou formu záznamů z hodin chemie. Pro úlohy realizované se žáky, kteří již mají zkušenosti s vytvářením laboratorních protokolů, by pak nebylo od věci zařadit laboratorní úlohu bez připraveného protokolu, nebo jenom s protokolem rámcovým. V souhrnu se však podařilo záznamy žáků ve všech aspektech hodnotícího listu ohodnotit velmi dobře. Ke zlepšení došlo hlavně v oblasti formulace výzkumné otázky, systematického záznamu dat a schopnosti vyvodit závěry na základě své experimentální činnosti. Ukázky z protokolů žáků jsou uvedeny v Příloze 8.

V rámci hodnocení výuky chemie žáci vytvářeli také myšlenkovou mapu na téma „Chemie“.

„Přínos pojmového mapování spočívá v tom, že umožňuje zachytit nejen to, jak žák „zná“ pojem reprezentující určitý fenomén, ale i to, v jaké interakci s ostatními pojmy se daný pojem nachází“ (Bílek, 2011).

V pojmových mapách se často objevovaly oblasti spojené s emotivní stránkou související s předmětem chemie a vyučujícím. Dále pak pojmy a poznatky, které žákům utkvěly a v neposlední řadě různé experimenty, které žáci nebo vyučující prováděli. Zajímavým aspektem byla pak souvislost mezi tímto školním předmětem a nějakým jevem nebo

skutečností z praktického života. Jednalo se např. o pojmy „budoucí práce“, „léky“, „důležitá pro společnost“, „vodní kámen“ nebo „všude kolem nás“. Ukázky myšlenkových map jsou uvedeny v příloze 9. Myšlenkové mapy byly většinou hojně větvené a obsahovaly řadu pojmů, vhodně tedy dokládaly paprskovité přemýšlení žáků o daném pojmu (Buzan, 2010).

4.4.5 Sebehodnotící dotazník pro žáky

Jako konečný výstup byl využit sebehodnotící dotazník pro žáky, který doporučuje Česká školní inspekce ve své Metodice pro hodnocení přírodovědné gramotnosti (ČŠI, 2015). Hodnocení se zúčastnilo 29 žáků ze sledované třídy. Hodnoceným předmětem byla samozřejmě chemie. Celkem šest otázek se vztahovalo k oblíbenosti zvoleného předmětu, k hodnocení aktivit při hodinách a k hodnocení vlastních dovedností žáků. Dotazník byl zadán na konci školního roku 2015/2016. Jednotlivé otázky s příslušnými výsledky jsou uvedeny níže.

- Baví tě daný předmět?

První otázka monitorovala oblíbenost daného předmětu, tedy chemie. 24 žáků, tj. 82,8 %, uvedlo, že je daný předmět baví, 5 žáků, tj. 17,2 %, uvedlo, že je tento předmět nebaví.

- Které z následujících tvrzení nejvíce odpovídá tomu, co si o daném předmětu myslíš?

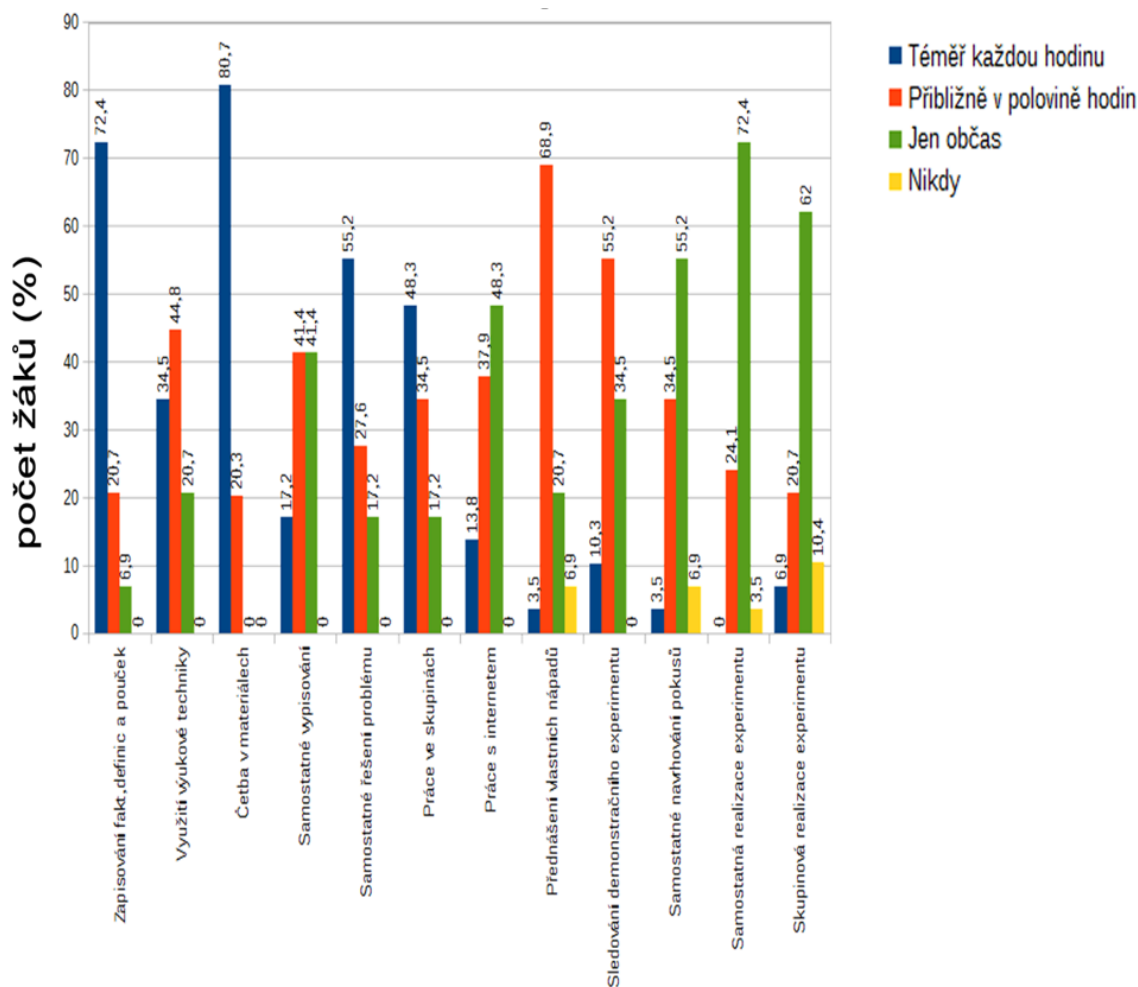
Možnost: „Tento předmět považuji za důležitý pro svůj osobní rozvoj i rozvoj společnosti.“, zvolilo 13 žáků (44,8 %); „Tento předmět považuji za důležitý pro rozvoj společnosti.“, zvolilo 15 žáků. (51,7 %) a možnost „Tento předmět by se měl zrušit, nepovažuji jej vůbec za důležitý.“, zvolil pouze jeden žák (3,5 %).

- U každé z následujících situací odhadni, jak často k nim dochází ve výuce daného předmětu v průběhu školního roku.

Žáci zde volili ze čtyř možností: téměř každou hodinu, přibližně v polovině hodin, jen občas a nikdy. Shrnutí výsledků ukazuje tabulka 16.

Tabulka 16: Hodnocení četnosti daných situací při výuce chemie

SITUACE	POČET ŽÁKŮ (v %)			
	TÉMĚŘ KAŽDOU HODINU	PŘIBLIŽNE V POLOVINĚ HODIN	JEN OBČAS	NIKDY
Zapisování fakt, definic a pouček	72,4	20,7	6,9	0
Využití výukové techniky	34,5	44,8	20,7	0
Četba v materiálech	80,7	20,3	0	0
Samostatné vypisování	17,2	41,4	41,4	0
Samostatné řešení problému	55,2	27,6	17,2	0
Práce ve skupinách	48,3	34,5	17,2	0
Práce s internetem	13,8	37,9	48,3	0
Přednášení vlastních nápadů	3,5	68,9	20,7	6,9
Sledování demonstračního experimentu	10,35	55,2	34,5	0
Samostatné navrhování pokusů	3,5	34,5	55,2	6,9
Samostatná realizace experimentu	0	24,1	72,4	3,5
Skupinová realizace experimentu	6,9	20,7	62	10,4



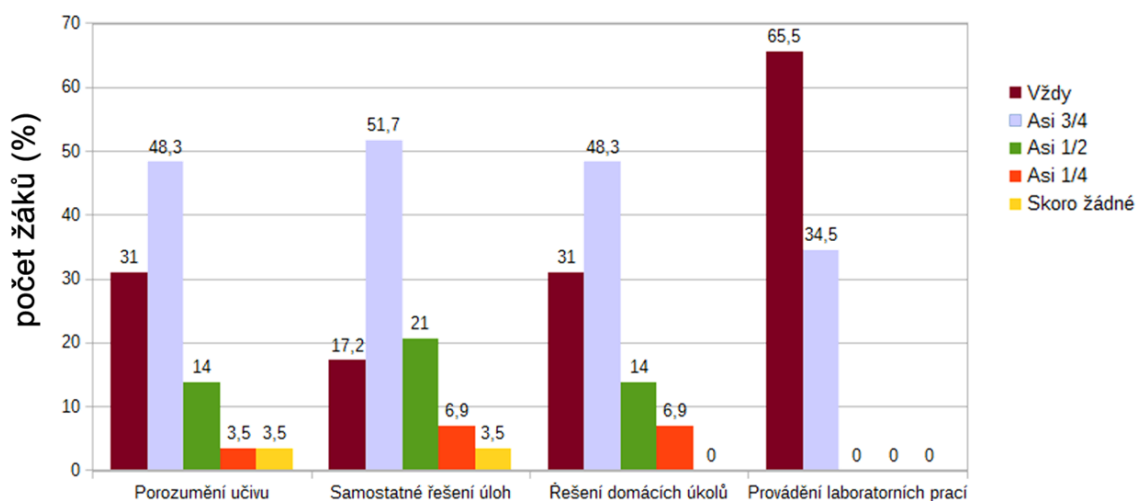
Obrázek 17: Hodnocení četnosti daných situací při výuce chemie

- U každého tvrzení vyber odpověď, která vyjadřuje, nakolik tvrzení pro daný předmět platí.

V této části žáci hodnotili hlavně své dovednosti. U jednotlivých tvrzení měli na výběr z pěti možností: vždy, asi tři čtvrtiny, asi jednu polovinu, asi jednu čtvrtinu a skoro žádné. Shrnutí výsledků ukazuje tabulka 17.

Tabulka 17: Hodnocení vlastních dovedností

DOVEDNOST	POČET ŽÁKŮ (v %)				
	VŽDY	ASI TŘI ČTVRTINY	ASI JEDNU POLOVINU	ASI JEDNU ČTVRTINU	SKORO ŽÁDNÉ
Porozumění učivu	31	48,3	13,8	3,5	3,5
Samostatné řešení úloh	17,2	51,7	20,7	6,9	3,5
Řešení domácích úkolů	31	48,3	13,8	6,9	0
Provádění laboratorních prací	65,5	34,5	0	0	0



Obrázek 18: Hodnocení vlastních dovedností

- Pokud si nevíš s učivem rady, jak to nejčastěji řešíš?

Na tuto otázku odpovědělo 6 žáků (20,7 %) „Neřeším to“, 4 žáci (13,8 %) „Požádám o pomoc učitele“, 15 žáků (51,7 %) „Požádám o pomoc spolužáky“, 1 žák (3,5 %) „Požádám o pomoc sourozence“, 3 žáci (10,4 %) „Podívám se do učebnice“. Žádný žák nevybral možnost „Požádám o pomoc rodiče“ ani „Podívám se na internet“.

- Jakou známku jsi měl/a na posledním vysvědčení z chemie?

K této otázce uvedlo 13 žáků, tj. 44,8 %, známku výborný, 12 žáků, tj. 41,4 %, známku chvalitebný a 4 žáci, tj. 13,8 %, známku dobrý.

5 Diskuze

Analýzou kurikulárních dokumentů – Rámcových vzdělávacích programů pro základní vzdělávání (RVP ZV) a Školního vzdělávacího programu vybrané školy bylo zjištěno, že IBSE je v nich reflektováno pouze minimálně, ale že je součástí výchovných a vzdělávacích strategií škol v rámci klíčových kompetencí žáků. Proto byl použit ještě tematický plán vybrané třídy a na jeho základě bylo během přípravné fáze výzkumu vytvořeno celkem patnáct úloh využitelných pro badatelsky orientované vyučování. Konstrukce materiálů i následné pilotní zkoušení těchto úloh přinesly řadu poznatků, které souvisí s přípravou a praktickým užitím vyučování simulujícího vědecký postup. Ukázalo se, že jednodušší forma pracovních listů více podporuje samostatnou práci žáků, a proto byly pracovní listy upraveny a zjednodušeny. Postřehy z přípravy materiálů a realizace úloh se promítly do metodických listů, které byly pro každou úlohu vytvořeny. Užití těchto úloh při výuce pak umožnilo zaměřit se na hlavní výzkumný problém, který byl definován takto:

Jaký vliv na vnímání předmětu chemie má využití IBSE?

Základní vstupní dovednosti žáků byly ověřeny pomocí didaktického testu. Z výsledků testu vyplývá, že obecné chemické dovednosti jsou u žáků zkoumaného vzorku na velmi dobré úrovni. Větší obtíže jim dělalo pouze vyhledávání údajů z grafu, naopak překvapivě dobře si vedli při přenosu údajů z textu do tabulky a do grafu. Dá se tedy říci, že uvedená skupina žáků byla pro výzkum vybrána vhodně. Některé dovednosti byly na nižší úrovni, a právě žákům s méně rozvinutými badatelskými dovednostmi byla následně věnována zvýšená pozornost.

Vliv IBSE na vnímání předmětu chemie a reakci žáků na tento styl práce byla zkoumána několika metodami. Jednalo se o zúčastněné pozorování, kde byla pozornost zaměřena právě na žáky, kteří si v didaktickém testu vedli nejhůře. U tohoto vzorku žáků byl ve zvýšené míře pozorován problém hlavně v oblasti kladení otázek, formulace výzkumné otázky, sestavení hypotézy, provedení pokusu, zaznamenání průběhu pokusu, vyhodnocení, zda hypotéza byla potvrzena či vyvrácena, kladení nových otázek a prezentace výsledků. Nejdéle setrvaly problémy u schopnosti žáků sestavit hypotézu a klást nové otázky. Obecně lze tedy říci, že v celkovém hodnocení byl znát zlepšující se trend a badatelské dovednosti se dostávaly na lepší úroveň.

Při výzkumu bylo využito také sebehodnocení žáků. Žáci hodnotili kvalitu výuky chemie na své škole. Během postupných měření se podíl žáků hodnotící předmět chemie jako výborně nebo velmi dobře vyučovaný zlepšoval. K tomuto výsledku zřejmě vedlo zlepšování povědomí o vlastních schopnostech a dovednostech a také atraktivní podání některých témat výuky.

K mírnému zlepšení došlo i v hodnocení obtížnosti učení se chemii, opět patrně díky lepšímu porozumění učivu. Při prvním měření hodnotu nejvíce žáků zvolilo možnost „dá se zvládnout“. Jednalo se o 14 žáků, tj. 58,4 %. Při druhém a třetím měření byly výsledky obdobné, došlo k velmi mírnému zlepšení.

Zájem o výuku chemie během výzkumu také mírně stoupal. Při všech měření uvedlo 9 žáků (37,5 %), že je chemie velmi (uvedli 3 žáci) nebo spíše zajímavá (uvedlo 6 žáků). Při třetím měření se však změnil počet žáků v první kategorii na čtyři a v druhé kategorii na pět.

Reakce žáků na práci pomocí IBSE lze tedy shrnout jako pozitivní a vnímání předmětu chemie žáky jako mírně zlepšující.

Při posuzování vlastní schopnosti učit se měli žáci na výběr pět možností a z nich měli vybrat dvě, které jim nejvíce pomáhají naučit se něčemu novému. Rozložení výsledků bylo velmi rozmanité. Na předních příčkách při prvním měření bylo jmenováno sledování filmu (29,2 %), vlastní pokus (25,0 %) a výklad (20,8 %). Při dalších měřeních se výsledky příliš neměnily, k mírnému zlepšení došlo při výběru vlastního pokusu.

Při hodnocení vlastních dovedností mohli žáci vybírat více možností z celkem devíti popsaných dovedností. Při prvním měření bylo zaznamenáno 147 možností označených jako Ano (tedy tuto činnost celkem dobře umím), při druhém měření bylo 164 takto označených možností a při třetím 178. K nejlépe ovládaným patřilo plánování práce ve skupině, komunikace ve skupině a zjišťování informací.

Další metodou výzkumu byla analýza žákovských protokolů. Záznamy žáků byly již na začátku výzkumu na poměrně dobré úrovni. Největší problémy se objevovaly v oblasti formulaci výzkumné otázky využití naměřených dat pro vyvození závěrů, a hlavně jejich zobecnění. To ukazuje na obtíže při přesunu myšlení žáků z roviny konkrétní do roviny abstraktní. Při realizaci dalších úloh, kdy se zkušenost s tvorbou pojmů a užíváním abstraktního myšlení prohlubovala, docházelo ke zlepšování v této oblasti.

Sebehodnotící dotazník pro žáky byl závěrečným bodem výzkumného šetření. Nejdůležitější položku představovalo hodnocení důležitosti předmětu chemie. Možnost tento předmět považuji za důležitý pro svůj osobní rozvoj i rozvoj společnosti“, zvolilo 13, tj. 44,8 % žáků, „Tento předmět považuji za důležitý pro rozvoj společnosti“, zvolilo 15, tj. 51,7 % žáků a možnost „Tento předmět by se měl zrušit, nepovažuji jej vůbec za důležitý“, zvolil pouze jeden žák (3,5 %). Celkem 24 žáků (82,8 %) uvedlo, že je daný předmět chemie baví, 5 žáků (17,2 %) uvedlo, že je tento předmět nebaví.

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.

Zajímavým aspektem bylo také sledování vývoje samotného výzkumníka jako osobnosti připravující materiály a realizující výuku badatelsky orientovaným přístupem. Práce tímto stylem nutně vyžaduje změnu v přístupu vyučujícího a revizi jeho metod práce. Jak se v průběhu výzkumu ukázalo, osoba učitele je stále velmi důležitou součástí procesu výuky a na jeho znalosti principů IBSE velmi záleží. Je tedy nutné se s novými trendy ve výuce seznamovat a řídit se tak slovy J. A. Komenského:

„Naši učitelé nesmějí být podobni sloupům u cest, jež pouze ukazují, kam jít, ale samy nejdou“.

Je nejenom důležité vhodně připravit materiály a pomůcky pro vlastní bádání žáků, ale také žáky vést a směřovat, pozvolna jim umožňovat zvládat další úrovně IBSE a rozvíjet jejich kompetence a dovednosti. Učitelé se IBSE nemusí obávat, protože konstruktivistický styl výuky je hojně používán a s něčím podobným se jistě již setkali. Jde jen o to začít, případně trochu pozměnit již připravované hodiny.

6 Závěr

V této práci byly shrnuty nejdůležitější aspekty IBSE a důvody, které vedly k výběru zaměření práce. Dále je uveden nástin situace s užíváním IBSE v ČR a zamýšlený směr výzkumu a jeho realizace. Součástí práce je také postup tvorby úloh včetně postřehů autorky a poznatků vyplývajících z dlouhodobé práce dle principů IBSE nejen při přípravě a realizaci výzkumu, ale i z účasti na projektech také zaměřených na IBSE.

Tato disertační práce byla věnována sledování vlivu využití IBSE na žáky, a to jak z hlediska úrovně jejich znalostí a schopnosti chápat principy chemických dějů, tak i z toho, zda její aplikace bude žáky motivovat ke studiu chemie, zda se pozitivně projeví na jejich vnímání tohoto předmětu a probudí v nich zájem o přírodní vědy a jevy, se kterými se setkávají v běžném životě. S použitím jednoduchých experimentů také byla u žáků podporována schopnost metodologicky postupovat při řešení problémů, rozvíjeno kritické a logické uvažování a též pěstován návyk ověřovat si informace a jejich zdroje.

Pro účely výzkumu byl vytvořen soubor úloh, který zahrnuje metodické pokyny pro vyučující a pracovní listy pro žáky, a je připraven k užití ve školní výuce.

IBSE přináší velký potenciál a nabízí možnost, jak pomoci žákům prohloubit osvojované znalosti a pochopit principy chemických dějů. Velký přínos se také nabízí k rozvoji kompetence k řešení problémů i kompetence pracovní a komunikativní. Žák, který má chuť bádát a objevovat, je schopen si zjistit relevantní informace, plánovat si postup práce, zaznamenávat data, spolupracovat ve skupině a smysluplně vyjádřit své závěry, si ze školního prostředí odnáší mnohé cenné dovednosti a kompetence i do svého budoucího života. IBSE tak přináší pozitivní vliv i na ty žáky, kteří se chemii se své budoucnosti věnovat nebudou. Přestože zájmem vyučujících chemie je zatraktivnit svůj předmět a předat žákům poznatky a dovednosti, neměli by zapomínat na myšlenku filozofa Senecy: „*Non schoale, sed vitae discimus*“ („*Neučíme se pro školu, ale pro život*“).

Literatura

1. BANCHI, H. a R. BELL: The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29, 2008.
2. BERGMAN, G: Diagnostické nástroje na podporu výskumne ladenej koncepcie v prírodovednom vzdelávaní. Trnava: TYPI UNIVERSITATIS TYRNAVIENSIS; 2013. ISBN 978-80-8082-792-2
3. BÍLEK, M. et al.: K virtualizaci školních experimentálních činností: Reálný a virtuální experiment – možnosti a meze využití jejich kombinace v počáteční přírodovědné výuce (s příklady z výuky chemie). Hradec Králové: M&V, Hradec Králové, 2011.
4. BÍLEK, M.: Zájem žáků o přírodní vědy jako předmět výzkumných studií a problémy aplikace jejich výsledků v pedagogické praxi. *Acta Didactica* 2/2008, FPV UKF Nitra. ISSN 1337-0073
5. BÍLEK, M. a V. MACHKOVÁ.: Badatelsky orientovaná výuka chemie – charakteristika a realizace v praxi. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové, 2015.
6. BOJKOVSKÝ, M. a P. ŠMEJKAL.: Chemické výpočty – návrh implementace tématu do výuky. In: 11. Mezinárodní seminář studentů doktorského studia oboru Didaktika chemie. Praha: Nakladatelství P3K s.r.o., 2016.
7. BYBEE, R., W., TAYLOR, J., A., GARDNER, A., VAN SCOTTER, P., POWELL, J., C., WESBROOK, A. and N. LANDES: The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness; 2006.
8. BRTNOVÁ ČEPIČKOVÁ, I.: Didaktika přírodovědného základu. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Pedagogická fakulta, 2013. ISBN 978-80-7414-597-1
9. BUZAN, T. a B. BUZAN: Myšlenkové mapy. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0030-8

10. ČŠI 2015. Metodika pro hodnocení rozvoje přírodovědné gramotnosti. In: Česká školní inspekce [online]. 2015 [cit. 2016-01-06]. Dostupné z: <http://www.niqes.cz/Niqes/media/Testovani/KE%20STA%C5%BDEN%C3%8D/V%C3%BDstupy%20KA1/P%C5%99G/Methodika-pro-hodnoceni-rozvoje-PrG.pdf>
11. ČTRNÁCTOVÁ, H.: Tvorba studijních materiálů pro střední školy. Praha: CONATEX-DIDACTIC Učební pomůcky, spol. s r .o., 2013.
12. ČTRNÁCTOVÁ, H. a J. BANÝR: Historie a současnost výuky chemie u nás: In Chemické listy. Roč. 91, 1997, s. 59-65.
13. ČTRNÁCTOVÁ, H., et al: Red or blue flowers?; The murder of the jeweller Beketov; The mystery of Gibraltar. In: The Book of Science Mysteries (Editors: Dorothée Loziak, Peter McOwan, Cristina Olivotto). Proofreading London, London 2015. ISBN 978-94-91760-14-3
14. ČTRNÁCTOVÁ, H., ČÍŽKOVÁ, V., MARVÁNKOVÁ, H. a D. PISOVÁ.: Přírodovědné předměty v kontextu kurikulárních dokumentů a jejich hodnocení. Praha: Univerzita Karlova v Praze – přírodovědecká fakulta, 2007. ISBN 978-80-86561-74-5
15. ČTRNÁCTOVÁ, H., ČTRNÁCTOVÁ, L. a P. ŠMEJKAL: IBSE in Chemistry Education – Testing Students' Skills and Teacher Training. (Editors: Jan Lundell, Maija Aksela, Sakari Tolppanen). LUMAT, vol. 3, No. 4, 2015, 556-567 p. ISSN 2323-7112
16. ČTRNÁCTOVÁ, H.: Tvorba studijních materiálů pro střední školy. Praha: CONATEX-DIDACTIC Učební pomůcky, s.r.o., 2013.
17. ČTRNÁCTOVÁ, H., TEPLÁ, M. a L. ČTRNÁCTOVÁ: Badatelská výuka chemie se zahrnutím záhad (Inquiry chemistry education with mysteries incorporated). Editor: Hana Cídllová In: Didaktika chemie a její kontexty (sborník z XXIV. Mezinárodní konference o výuce chemie). PedF MU, Brno 2015, s. 15-21 (celkem 274 s.) ISBN 978-80-210-7954-0

18. ČTRNÁCTOVÁ, H., TEPLÁ, M. a L. ČTRNÁCTOVÁ: Teaching with Mysteries Incorporated in the Czech Republic. Chemistry in Action!, No. 107, 2016, p. 13-17. ISSN 0332-2637
19. ČTRNÁCTOVÁ H. a V. ZÁMEČNÍKOVÁ: The IBSE in Chemistry Teaching – Implementation and Evaluation. TOJET (Turkish Online Journal of Educational Technology). Special Issue 2 for INTE 2015, s. 621-625. ISSN 1303-6521
20. DOSTÁL, J: Badatelsky orientovaná výuka: pojetí, podstata, význam a přínosy. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4393-5.
21. FRANKLIN, W. A.: Inquiry Based Science: Inquiry Based Approaches to Science Education: Theory and Practice. [online]. [cit. 2013-07-10]. Dostupné z WWW <<http://www.brynmawr.edu/biology/franklin/InquiryBasedScience.html>>
22. FINLAYSON, O., MACIEJOWSKA, I. a H. ČTRNÁCTOVÁ: Inquiry Based Chemistry Instruction. In: A Guidebook of Good Practice for the Pre-Service Training of Chemistry Teachers (Editors: Iwona Maciejowska & Bill Byers). Jagiellonian University in Krakow (Drukarnia Scriptor), Krakow 2015 – kapitola 6 v knize, s. 107-124 (celkem: 280 s.). ISBN 978-83-943754-0-9
23. GANAJOVÁ, M., KALAFUTOVÁ, J., MÜLLEROVÁ, V. a M. SIVÁKOVÁ.: Projektové vyučovanie v chémii. Bratislava: Štátny pedagogický ústav Bratislava, 2010. ISBN 978-80-8118-058-3
24. GANAJOVÁ, M., KRISTOFOVÁ, M. a P. PROTIVŇÁK: Formatívne hodnotenie zamerané na sebareflexiu výučby s bádateľskými aktivitami v chémii. In: Zborník z 2. národnej konferencie učiteľov chémie. Košice: PĚF UPJŠ, 2014, s. 24-32. ISSN 1339-5904.
25. GAVORA, P.: Úvod do pedagogického výzkumu. Brno: Paido, 2010. ISBN 80-85931-79-6
26. HELD, L.: Induktívno-deduktívna dimenzia prírodovedného vzdelávania. Trnava: Pedagogická fakulta Trnavském Univerzity; 2014. ISBN 978-80-8082-787-8
27. HELD, L., ŽOLDOŠOVÁ, K., OROLÍNOVÁ, M., JURICOVÁ, I. a K. KOTULÁKOVÁ: Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania

- (IBSE v slovenskom kontexte). Trnava: Pedagogická fakulta Trnavskej Univerzity; 2011. ISBN 978-80-8082-486-0
28. HENDL, J.: Kvalitativní výzkum, základní teorie, metody a aplikace. Praha: Portál; 2008. ISBN 978-80-262-0219-6
29. HLUBKOVÁ, V.: Badatelsky orientované vyučování aplikované na výuku anorganické chemie na střední škole. Ostrava, 2014. diplomová práce (Mgr.). Ostravská univerzita v Ostravě. Přírodovědecká fakulta
30. KALOVÁ, A.: Studijní materiály pro badatelsky orientované vyučování vybraných témat z botaniky na středních školách. Brno, 2015. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Přírodovědecká fakulta
31. KIREŠ, M., JEŠKOVÁ, Z., GANAJOVÁ, M. a K. KIMÁKOVÁ: Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní, časť A. Bratislava: Štátny pedagogický ústav, 2016. ISBN 978-80-8118-155-9
32. Kolektiv autorů: Bádáme, objavujeme a zkoumáme svět kolem nás – chemie (1. díl). P3K, Praha 2015, 202 s. ISBN 978-80-87343-48-4 (Čtrnáctová, H., Šmejkal, P., Ganajová, M.: Polymery kolem nás, s. 152-202)
33. Kolektiv autorů: Bádáme, objavujeme a zkoumáme svět kolem nás – chemie (2. díl). P3K, Praha 2015, 268 s. ISBN 978-80-87343-49-4 (Čtrnáctová, H., Šmejkal, P., Ganajová, M.: Polymery kolem nás, s. 208-267)
34. KRIČFALUŠI, D.: Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie. Hradec Králové: Nakladatelství Gaudeamus při Univerzitě Hradec Králové, 2014. s. 11-20. [2014-09-15]. ISBN 978-80-7435-417-5
35. KRIČFALUŠI, D., KONEČNÁ, P., a M. SOLÁROVÁ: Aplikace poznatků neurovědy ve výzkumu učení a učení se. *XXIV. Mezinárodní konference o výuce chemie DIDAKTIKA CHEMIE A JEJÍ KONTEXTY. Sborník příspěvků z konference 20.-21.5.2015.* Masarykova univerzita, 2015. s. 92-96. [2015-05-20]. ISBN 978-80-210-7996-0

36. KRISTOFOVA, M. a M. GANAJOVÁ: Skúmanie postojov žiakov k chémii na základe aplikácie bádateľských aktivít do výučby. In: Aktuální problémy disertačních prací oboru didaktika chemie: mezinárodní konference studentů doktorského studia didaktiky chemie: sborník příspěvků: 17. - 18. 10. 2013, Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013, s. 68-73. ISBN 978-80-244-3776-7.
37. KUHN, D.: The Skills of Argument. Cambridge: Cambridge University Press; 1991.
38. LINN, M., C., DAVIS, E., A. a P. BELL: Internet Enviroments for Science Education. Lawrence Erlbaum Associates; 2004.
39. LLEWELLYN, d.: Inquire Within: Implementing Inquiry_Bases Science Standards. In Corwin Press, 13-16.
40. LOZIAK, D. et al.: The Book of Science Mysteries: Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated, 2015. ISBN: 978-94-91760-14-3
41. MANDÍKOVÁ, D., ČÍŽKOVÁ, V., ČTRNÁCTOVÁ, H., HOUFKOVÁ, J. a D. ŘEZNÍČKOVÁ: Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti. Utváření kompetencí žáků na základě zjištění výzkumu PISA 2009. Praha: ČSI, 2012. ISBN 978-80-905370-1-9.
42. MAYER, R.: Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. American Psychologist, 59 (1), 14-19, 2004
43. MARŠÁK, J. a S. JANOUŠKOVÁ: Trendy v přírodovědném vzdělávání. Metodický portál RVP, 2006. Metodický portál RVP [online]. 2008 [cit. 30. 03. 2010] Dostupné z <<http://www.rvp.cz>> ISSN 1802-4785.
44. McOWAN, P. et al.: Teaching the TEMI way – How using the mysteries supports science learning. TEMI – Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated, 2015. ISBN: 9789491760112
45. MILLER, R.: Equity in a twenty-first century learning intensive society: is schooling part of the solution? Foresight, 2006, Vol. 8, No. 4, pp. 13–22. ISSN 1463-6689.

46. MŠMT. (2008). Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory. Výzkumná zpráva [online]. 2008 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z http://ipn.msmt.cz/data/uploads/portal/Duvody_nezajmu_zaku_o_PTO.pdf
47. NEDOMOVÁ, K.: Badatelsky orientovaná výuka v přírodních vědách. Praha: Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy; 2010.
48. NEZVALOVÁ, D., BÍLEK, M. a K. HRBÁČKOVÁ: Inovace v přírodovědném vzdělávání. Olomouc: Univerzita Palackého; 2010. ISBN 978-80-244-2540-5.
49. NIKRÝNOVÁ, A.: Badatelské metody ve vzdělávací oblasti Člověk a jeho svět: semena, plody, mladé rostliny. Praha: Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy; 2012.
50. OSBORNE, J. a J. DILLON. Science Education in Europe: Critical reflections. A report to the Nuffield Foundation, 2008. Dostupné z: <http://www.nuffieldfoundation.org/science-educationeurope>
51. OSBORNE, J., ERDURAN, S. a S. SIMON: Enhancing the quality of argument in school science, *Journal of Research in Science Teaching* 41(10), 994-1020; 2004.
52. PALEČKOVÁ, J. a kol. Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006. Praha: ÚIV – TAURIS, 2007.
53. PAPÁČEK, M.: Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? In: *Scientia in educatione*; 2010. ISSN 1804-7106
54. PAPÁČEK, M.: Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. In: Papáček M, editor. *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování*; 2010.
55. PISA 2006. Science Competenciens for Tomorrow's World. ISBN 9789264040007
56. PELIKÁN, J.: Základy empirického výzkumu pedagogických jevů. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-7184-569-8
57. PETTY, G.: Moderní vyučování. Praha: Portál, 1996. ISBN 80-7178-978-X

58. PETR, J.: Biologická olympiáda – inspirace pro badatelsky orientované vyučování přírodopisu a jeho didaktiku, s. 136-144. In: Papáček, M. (ed.): Didaktika biologie v České republice 2010 badatelsky orientované vyučování. DiBi 2010. Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010, Jihočeská univerzita, České Budějovice.
59. PETRILÁKOVÁ, M. a H. ČTRNÁCTOVÁ: Badatelsky orientovaná výuka se zaměřením na organickou chemii. *Biológia, ekológia, chémia: časopis pre školy*. 2014, č. 4, s. 7-10. ISSN 1338-1024.47)
60. PETRILÁKOVÁ, M. a H. ČTRNÁCTOVÁ: Inquiry Based Science Education Application In Organic Chemistry. *TOJET (Turkish Online Journal of Educational Technology)*. Special Issue 2 for INTE 2015, s. 278-281. ISSN 1303-6521
61. PETRILÁKOVÁ, M. a V. ZÁMEČNÍKOVÁ: Výuka chemie pomocí badatelsky orientovaného vyučování. In: *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie*. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové, 2014, s.458-463. ISBN 978-80-7435-415-1
62. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (se změnami k 1. 9. 2010). [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. 126 s. [cit. 2014-03-22]. Dostupné z WWW: <http://www.vuppraha.cz/wpcontent/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf>.
63. ROCARD, M., CSERMELY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WALBERHENRIKSSON, H. a V. HEMMO: Science education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. [online]. European Commission, 2007 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
64. ŘEZNÍČKOVÁ, D. a kol.: Dovednosti žáků ve výuce biologie, geografie a chemie. Praha: Nakladatelství P3K, 2013. ISBN 978-80-87343-24-1
65. SAMKOVÁ, L.: Badatelsky orientované vyučování matematiky. In: *Sborník 5. konference – Užití počítačů ve výuce matematiky*. České Budějovice: PF JČU, 2011, s. 336-341. ISBN 978-80-7394-324-0.
66. Sdružení Tereza. (2010). Projekt 3V – věda a výzkumu vstříc. Dostupný na Internetu: www.projekt3v.cz

67. SITNÁ, D.: Metody aktivního vyučování: spolupráce žáků ve skupinách. Praha: Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-246-1
68. SKÁLOVÁ, K.: Badatelsky orientované vyučování ve výuce chemie na střední škole. Ústí nad Labem, 2016. diplomová práce (Mgr.). Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. Přírodovědecká fakulta
69. STUHLÍKOVÁ, I.: O badatelsky orientovaném vyučování. In: Papáček M, editor. Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování; 2010.
70. SVATOŇOVÁ, J.: Badatelsky orientovaná výuka chemie na střední škole. Hradec Králové, 2016. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové.
71. Školní vzdělávací program pro osmileté vzdělávání, Gymnázium Omská. [cit. 2014-03-22]. Dostupné z WWW: <http://www.omska.cz/ke-stazeni/svp/>
72. STARÝ, K.: Pedagogika ve škole. Praha: Portál, 2008. ISBN 978-80-7367-511-0
73. STUHLÍKOVÁ, I. a T. JANÍK et al: Oborové didaktiky – vývoj – stav – perspektivy. Masarykova univerzita, Brno 2015, 466 s. ISBN 978-80-210-7769-0 (Čtrnáctová, H., Bílek, M.: Didaktika chemie: vývoj, současný stav a perspektivy – kapitola 7, s. 189-224 + kapitola 13, s. 431-432)
74. ŠVARŤÍČEK, R., ŠEĐOVÁ, K. a kol.: Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách. Praha: Portál, 2007.
75. TOMÁŠEK, V. a kol. Výzkum TIMSS 2007: Obstojí čeští žáci v mezinárodní konkurenci? Praha: ÚIV, 2007.
76. TRNOVÁ, E. Dovednosti žáků ve výuce chemie. B. Bystrica: Univerzita Mateja Bella; 2009
77. TRNOVÁ, E. Co je to IBSE? – „Nic nového pod sluncem.“ In: Chemické vzdělávání [online]. 2013 [cit. 2016-09-26]. Dostupné z: <http://files.chemicke-vzdelavani.webnode.cz/200000018-84d8a85dbb/Trnova.pdf>.
78. TRNOVÁ, E. a J. TRNA: Přírodovědně nadaní žáci a IBSE (Science gifted students and IBSE). In Janda, M., Šťáva, J. Nadaní žáci ve škole. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita Brno, 2011. p. 127-138, 12 pp. ISBN 978-80-210-5760

79. VOTÁPKOVÁ, D.: Badatelé.cz: Průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním. Praha: Sdružení Tereza, 2013. ISBN 978-80-87905-02-9.
80. ZÁMEČNÍKOVÁ, V. et al: BIOLOGIE Výukové materiály pro střední školy. Praha: CONATEX – DIDACTIC Učební pomůcky, s.r.o., 2013. ISBN 978-80-87936-09-2
81. ZÁMEČNÍKOVÁ, V. et al: BIOLOGIE Pracovní listy pro střední školy. Praha: CONATEX – DIDACTIC Učební pomůcky, s.r.o., 2013. ISBN 978-80-87936-16-0
82. ZÁMEČNÍKOVÁ, V. a H. ČTRNÁCTOVÁ: Implementace badatelsky orientovaného přístupu v chemickém vzdělávání. Biológia, ekológia, chémia: časopis pre školy. 2014, č. 4, s. 11-15. ISSN 1338-1024.

Zdroje obrázků – pracovní listy

Pomozte Popelce

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: <http://fotoalba.xchat.cz/original.php?id=19192629&psize=1>

Plovoucí vajíčko

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: <http://fotoalba.centrum.cz/photo.php?pid=19192629>

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: https://image.freepik.com/free-icon/drink-glass-outline-with-lemon-slice-and-straw_318-55789.png

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: http://www.dekoracezdi.cz/fotky25252/fotos/_vyr_54087.jpg

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: <http://www.predskolaci.cz/wpcontent/uploads/2009/10/letani-balon.gif>

Prvky kam se podíváš

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: <http://kcd-elements.tumblr.com/>

Kyselé a to druhé

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: <http://www.ireceptar.cz/res/archive/133/016163.jpg?seek=1298370920>

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: <http://i.iinfo.cz/images/128/zeli-1.jpg>

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: <http://data.labuznik.cz/labuznik/images/400x300/14590.jpg>

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: https://secure.cetescoassets.com/assets/CZ/015/8594006880015/hotType1_328x328.jpg

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: <http://www.wissa.cz/images/katalog/680776.jpg>

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: <https://www.gerolsteiner.de/fileadmin/Contentbilder/MineralienUndGesundheit/Mineralstoffe/PH-Wert-Teststreifen.jpg>

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: <http://www.mixbox.cz/ErisCMS/ProductImages/1/1799.jpg>

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: <http://data.mojezoo.cz/mojezoo/images/orbit.jpg>

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: <http://www.kilogramy.cz/photo/sklenice-vody.jpg>

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: <http://designer.kittfort.cz/products/images/big/Hydroxid%20sodny%20perle.jpg>

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: http://www.dovemed.pl/images/subpage/kostka_dove424x227.jpg

Kde se berou kyselá deště?

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/5b/Pollution_Damaged_by_acid_rain.jpg/800px-Pollution_Damaged_by_acid_rain.jpg

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: <http://thikiwiki.wikispaces.com/file/view/lluviaacida-medium1.jpg/144262251/682x452/lluviaacida-medium1.jpg>

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: http://images.nationalgeographic.com/wpf/media-live/photos/000/001/cache/dead-spruce_133_600x450.jpg

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: <http://media.buzzle.com/media/images-en/gallery/earth-science/pollution/516-acid-rain.jpg>

Může voda dělat boule?

[cit. 2016-09-26]. Dostupné z: <http://home.tiscali.cz/chemie/images/kolobeh.gif>

Seznam příloh

- Příloha 1 – Hodnotící arch monitorující aktivity žáků
- Příloha 2 – Didaktický test
- Příloha 3 – Sebehodnotící list pro žáky
- Příloha 4 – Sebehodnotící dotazník pro žáky
- Příloha 5 – Hodnotící archy
- Příloha 6 – Tematický plán zkoumané třídy
- Příloha 7 – Pracovní listy k vytvořeným úlohám
- Příloha 8 - Ukázky pracovních listů žáků
- Příloha 9 - Ukázky myšlenkových map žáků