

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Katedra chemie

Badatelsky orientovaná výuka chemie na střední škole

Diplomová práce

Autor: Jana Svatoňová
Studijní program: B1407 – Chemie
Studijní obor: Chemie se zaměřením na vzdělávání
Biologie se zaměřením na vzdělávání
Vedoucí práce: Prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.

Hradec Králové

červenec 2016

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Zadání diplomové práce

Autor: Jana Svatoňová

Studijní program: B1407 Chemie

Studijní obory: Chemie se zaměřením na vzdělávání
Biologie se zaměřením na vzdělávání

Název závěrečné práce: Badatelsky orientovaná výuka chemie na střední škole

Název závěrečné práce AJ: Inquiry-based Chemistry Education in Upper Secondary Schools

Cíl a metody práce:

Diplomová práce se zaměří na tematiku badatelsky orientované výuky na středních školách se zaměřením na určitý region v ČR. Cílem teoretické části je komplexní představení badatelsky orientované výuky a možnosti jejího využití ve výuce chemie na různých typech středních škol. Cílem praktické části je zjištění stavu badatelsky orientované výuky na středních školách v kraji Vysočina prostřednictvím vybraných explorativních metod pedagogického výzkumu. Dalším cílem praktické části budou na základě výsledků pedagogického výzkumu připravené konkrétní návrhy k aplikaci badatelsky orientované výuky ve vybraných tématech učiva chemie jako všeobecně-vzdělávacího předmětu na středních školách.

Garantující pracoviště: Katedra chemie, Přírodovědecká fakulta

Vedoucí práce: Prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.

Oponent: Mgr. Veronika Machková, Ph.D.

Datum zadání závěrečné práce: 23.09.2014

Datum odevzdání závěrečné práce:

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, ze kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne

Jana Svatoňová

.....

Poděkování:

Děkuji prof. PhDr. Martinu Bílkovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady poskytnuté při zpracování této práce.

Anotace

SVATOŇOVÁ, Jana. *Badatelsky orientovaná výuka chemie na střední škole*. Hradec Králové, 2016. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí diplomové práce prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.

Diplomová práce se zabývá badatelsky orientovanou výukou chemie na středních školách v kraji Vysočina. Teoretická část se v úvodu věnuje přírodovědné gramotnosti a intelektuálním schopnostem žáků, které patří mezi významné faktory mající vliv na úspěšnost žáků při vlastním školním bádání. Dále se teoretická část zabývá možnostmi výuky přírodovědných předmětů se zaměřením na badatelskou orientaci a další související výukové přístupy. Podrobně je představena badatelsky orientovaná výuka přírodních věd se zaměřením na chemii.

Praktická část zkoumá, jak je badatelsky orientovaná výuka přírodních věd a zejména chemie reflektována v rámci kurikulárních dokumentů – Rámcových vzdělávacích programů (RVP) a Školních vzdělávacích programů (ŠVP) různých typů středních škol v kraji Vysočina a v středoškolských učebnicích chemie. Stěžejní částí je dotazníkové šetření u středoškolských učitelů chemie v kraji Vysočina se zaměřením na inovativní přístup ve výuce chemie v podobě badatelsky orientované výuky. Na základě výsledků provedených analýz byly vytvořeny příklady badatelsky orientovaných komplexních úloh využitelných ve výuce chemie na středních školách.

Klíčová slova:

Badatelsky orientovaná výuka, IBSE, středoškolská výuka chemie, kraj Vysočina, učitelé chemie.

Annotation

SVATOŇOVÁ, Jana. Inquiry-based learning of chemistry in high school. Hradec Kralové, 2016. Diploma thesis at the Faculty of natural science of the University of Hradec Kralové. The head of thesis prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.

The thesis deals with inquiry-based learning of chemistry in secondary schools in the Highlands region. The beginning of the theoretical part is devoted to the scientific literacy and intellectual abilities of students that belong to the major factors having influence on the success of students in their own school exploration. Furthermore, the theoretical part deals with the possibilities of teaching natural sciences with a focus on explorational orientation, and other related teaching approaches. Inquiry-based learning of natural sciences focusing on chemistry is presented in detail.

The practical part researches how the inquiry-based learning of natural sciences and chemistry in particular is reflected in the framework of curricular documents - Framework Educational Programmes (FEP) and School Education Programmes (SEPs) in different types of secondary schools in the Highlands region and in high school textbooks of chemistry. The survey among high school chemistry teachers in the Highlands focusing on innovative approach in teaching chemistry in the form of inquiry-based learning is the main part of the thesis. The examples of research-oriented complex tasks applicable in teaching chemistry in secondary schools were made on the basis of the results of done analyses.

Keywords:

Inquiry-based learning, IBSE, teaching chemistry in high school, the Highlands region, teachers of chemistry

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| 1 Úvod..... | 9 |
| 2 TEORETICKÁ ČÁST | |
| 2.1 Přírodovědná gramotnost..... | 10 |
| 2.2 Přírodovědná gramotnost v kurikulárních dokumentech..... | 10 |
| 2.3 Mezinárodní výzkumy PISA a TIMSS..... | 10 |
| 2.4 Intelektuální schopnosti žáků a výuka přírodovědným předmětům..... | 12 |
| 3 Přístupy ve výuce přírodovědných předmětů..... | 14 |
| 3.1 Tradiční (transmisivní) přístup ve výuce přírodovědných předmětů... | 14 |
| 3.2 Konstruktivistický přístup ve výuce přírodovědných předmětů..... | 16 |
| 3.3 Problémová výuka ve výuce přírodovědných předmětů..... | 17 |
| 4 Charakteristika badatelsky orientované přírodovědné výuky... | 19 |
| 4.1 Myšlenkové procesy a badatelsky orientovaná přírodovědná výuka... | 20 |
| 4.2 Výuka postavená na badatelství..... | 22 |
| 4.3 Terminologie badatelsky orientované přírodovědné výuky..... | 23 |
| 4.4 IBSE v různých kontextech..... | 24 |
| 4.5 Specifika IBSE..... | 24 |
| 4.6 Bádání (Inquiry)..... | 26 |
| 4.6.1 Badatelské téma..... | 29 |
| 4.7 Metody používané v rámci IBSE..... | 29 |
| 4.8 Fáze IBSE..... | 30 |
| 5 Zavádění IBSE do školní praxe..... | 31 |
| 5.1 Role žáka a učitele při IBSE..... | 32 |
| 5.2 Možnosti a limity IBSE..... | 33 |
| 5.3 Přínos IBSE a její efektivita..... | 35 |
| 5.4 Projekty zaměřené na využívání badatelských přístupů ve výuce přírodních věd..... | 38 |
| 6 Implementace IBSE do výuky chemie..... | 40 |
| 6.1 IBSE a výuka chemie na různých typech středních škol..... | 41 |
| 6.2 Role chemických experimentů v rámci IBSE..... | 42 |

| | |
|--|----|
| 6.3 IBSE s využitím počítačem podporovaného školního chemického experimentu..... | 44 |
|--|----|

7 PRAKTICKÁ ČÁST

| | |
|--|------------|
| 7.1 Prvky IBSE v kurikulárních dokumentech středních škol v kraji Vysočina..... | 45 |
| 7.1.1 Analýza RVP pro gymnázia a RVP středních odborných škol..... | 47 |
| 7.1.2 Analýza ŠVP vybraných gymnázií a středních odborných škol v kraji Vysočina..... | 50 |
| 7.2 Prvky IBSE ve vybraných učebnicích využívaných na středních školách v kraji Vysočina..... | 53 |
| 7.3 Zjišťování názorů učitelů chemie na aplikaci IBSE na středních školách v kraji Vysočina..... | 59 |
| 7.3.1 Design výzkumného šetření..... | 59 |
| 7.3.2 Výzkumný nástroj..... | 59 |
| 7.3.3 Výzkumný vzorek..... | 59 |
| 7.3.4 Tvorba dotazníku pro výzkumné šetření a zpracování jeho výsledků..... | 60 |
| 7.3.5 Vyhodnocení dat z dotazníkového šetření..... | 60 |
| 8 Návrhy pracovních listů s prvky IBSE..... | 81 |
| 9 Diskuse..... | 102 |
| 10 Závěr..... | 104 |
| Seznam použité literatury..... | 106 |
| Seznam příloh..... | 115 |

1 Úvod

Diplomová práce se zabývá alternativním přístupem k výuce chemie na středních školách, konkrétně badatelsky orientovanou výukou, jakožto potencionálním východiskem ze současného stavu zhoršující se úrovně vědomostí, praktických dovedností a celkových výsledků žáků ve výuce chemie, který je úzce spojen s trendem jejich upadajícího zájmu o chemii a přírodní vědy jako takové.

Volba tématu byla ovlivněna zejména výše uvedeným faktem, který dokládají četné výzkumy a srovnávací studie – PISA, TIMSS (ČSI, 2014) provedené u nás i v zahraničí, a také vlastním zájmem dovědět se více o tomto inovativním přístupu a zmapovat, jaký je reálný stav výuky chemie na středních školách v mém rodném kraji - na Vysočině. Zvláště tedy vzhledem k aktivizaci žáků prostřednictvím badatelsky orientované výuky.

V úvodu teoretické části jsme se zaměřili na přírodovědnou gramotnost a intelektuální schopnosti žáků, které jsou bezesporu klíčovými aspekty projevujícími se v schopnostech žáka bádát. Jedním z cílů teoretické části bylo čtenáře seznámit s různými přístupy ve výuce přírodovědných předmětů zvláště s důrazem na badatelsky orientovanou výuku (IBSE) a ty přístupy, z nichž v průběhu svého vývoje IBSE vycházela. Další kapitoly teoretické části se z komplexního hlediska již výhradně zaměřují na badatelsky orientovanou výuku, tj. problematiku implementace do školní praxe, do výuky chemie, na její možnosti, limity, fáze, úrovně, její přínos do výuky, efektivitu, také na metody a organizační formy, kterých využívá a na další z mnoha jejích specifik.

Praktická část se skládá ze čtyř částí. První část se týká analýzy obsahu kurikulárních dokumentů – *Rámcových vzdělávacích programů (RVP)* a *Školních vzdělávacích programů (ŠVP)* vybraných středních škol v kraji Vysočina vzhledem k odkazu badatelsky orientované výuky či jiných prvků reflektujících v sobě badatelství. Druhou část představuje analýza úloh obsažených ve středoškolských učebnicích chemie, ve kterých je hledán náboj evokující v sobě badatelství. Třetí část se zabývá vyhodnocením názorů středoškolských učitelů chemie prostřednictvím dotazníkového šetření. Tyto názory posloužily ke zjištění stavu výuky chemie na různých typech středních škol v kraji Vysočina s ohledem na využívání aktivizačních přístupů, zvláště tedy v podobě badatelsky orientované výuky. Poslední část představuje návrh pracovních listů sestavených z vybraných úloh badatelského charakteru, které lze využít v rámci badatelsky orientované výuky chemie na různých typech středních škol.

Z metodologického hlediska bylo v teoretické části této diplomové práce využito rešerše odborné literatury. V praktické části se uplatňují obsahové analýzy a dotazníkové šetření.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Přírodovědná gramotnost

Igaz (2009, s. 164) uvádí, že „pojmem *gramotnost* se rozumí schopnost žáka aplikovat znalosti a zkušenosti osvojené v průběhu školní docházky, prezentovat své názory, postoje, řešit a interpretovat problémy v různých situacích“.

Přírodovědnou gramotnost mezinárodní srovnávací výzkum PISA definuje jako „schopnost jedince poznat a pochopit roli, kterou hrají přírodní vědy ve světě, racionálně usuzovat, zdůvodňovat a proniknout do přírodních věd tak, aby splňovaly jeho životní potřeby jako tvořivého, zainteresovaného a přemýšlivého občana“ (NÚV, 2011, str. 7). Česká školní inspekce (2015, str. 5) ji definuje jako „způsobilost využívat přírodovědné poznání, klást relevantní otázky a na základě získaných faktů vyvozovat závěry vedoucí k porozumění přírodním jevům a usnadňující odpovědné rozhodování a jednání“.

2.2 Přírodovědná gramotnost v kurikulárních dokumentech

Oblast přírodovědného vzdělávání spadá do vzdělávací oblasti RVP - *Člověk a příroda*. Explicitně vyjádřený pojem *přírodovědná gramotnost* však v žádné jeho části nenajdeme (RVP G 2007 in MŠMT ČR, 2016). Jeho absence v kurikulárních dokumentech není problémem pouze České republiky, stejně je tomu i v dalších evropských zemích, např. v Anglii, Finsku či Belgii. Výjimku tvoří slovenské kurikulum - *Štátny vzdelávací program*, které se zabývá přírodovědnou gramotností, konkrétně pak v části programu určenému pro vyšší sekundární vzdělávání ISCED3A, a to v rámci vzdělávací oblasti *Člověk a příroda* (Maršák, 2011).

2.3 Mezinárodní výzkumy PISA a TIMSS

Zjišťováním úrovně přírodovědné gramotnosti žáků se zabývají výzkumná šetření mezinárodních projektů PISA (*OECD Programme for International Student Assessment*) a TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*), kde klíčovými ukazateli přírodovědné gramotnosti u žáků jsou kompetence k rozpoznání otázek, vysvětlení jevů a používání vědeckých důkazů v souvislosti s přírodními vědami (ČSI, 2014).

Kromě přírodovědné gramotnosti u žáků zjišťují zároveň jejich badatelské dovednosti, viz *Tab. 1*. K jejichž rozvoji se nabízí právě badatelsky orientovaná výuka. V mnoha evropských zemích se s ní žáci běžně setkávají již na prvním stupni ZŠ (Řezníčková, 2014).

Tab. 1: Badatelské dovednosti a kompetence jako obsah přírodovědné gramotnosti v rámci projektu PISA (zpracováno dle Řezníčkové, 2014, str. 13; Mandíkové a kol., 2012, str. 6).

| | |
|---|--|
| 1. Rozpoznání přírodovědných otázek | 1.1 rozpoznání otázek, které je možno zodpovědět pomocí přírodních věd |
| | 1.2 určení klíčových slov umožňujících vyhledání potřebných přírodovědných informací |
| | 1.3 rozpoznání podstatných rysů vědeckého výzkumu |
| 2. Vysvětlování jevů pomocí přírodních věd | 2.1 uplatnění vhodných vědomostí z přírodních věd v dané situaci |
| | 2.2 popisování či interpretování přírodovědných jevů a předpovídání změn |
| | 2.3 rozpoznání vhodných popisů, vysvětlení a předpovědí |
| 3. Používání vědeckých důkazů | 3.1 interpretování vědeckých důkazů, vyvozování a sdělování závěrů |
| | 3.2 určení předpokladů, důkazů či úvah, o něž se opírá určitý závěr |
| | 3.3 uvažování o možných důsledcích vědeckého a technického rozvoje pro společnost |

Řezníčková (2014) se domnívá, že žák vybavený badatelskými kompetencemi je schopen:

- formulovat otázky a hypotézy,

- navrhovat metody jejich zkoumání,
- sbírat data,
- analyzovat je, kriticky hodnotit a vhodně je interpretovat,
- vyvodit závěry a generalizovat.

Mezinárodní studie ukazují, že výsledky našich žáků, co se týče faktických vědomostí, jsou dlouhodobě spíše nadprůměrné v porovnání s ostatními zeměmi OECD, viz *Příloha I*. Napříč různými typy středních škol nejlepšími výsledky dosahují zejména žáci víceletých gymnázií, viz *Tab. 2*. Negativním zjištěním však je, že výsledky našich žáků v testech přírodovědné gramotnosti se zhoršily oproti letům předchozím.

Dle Holubcové (2013) je úroveň přírodovědné gramotnosti značně relativní, má totiž obvykle tendenci se v průběhu života jedince i nadále prohlubovat, a to nejen zásluhou školní docházky. Je rovněž nutné dodat, že postoje a hodnoty k přírodním vědám vybudované v prvních letech života významně ovlivňují a formují právě rozvoj přírodovědné gramotnosti člověka i v dospělosti, což je důležitý apel zejména na rodiče.

Tab. 2: Výsledky žáků v přírodovědné gramotnosti dle typu střední školy (zpracováno dle: PISA, 2008, str. 11).

| Typ školy | Výsledky žáků v roce 2006 |
|------------------------------|---------------------------|
| Gymnázium víceleté | 628 b. |
| Gymnázium čtyřleté | 613 b. |
| SOŠ, SOU – maturitní obory | 542 b. |
| SOŠ, SOU – nematuritní obory | 443 b. |

2.4 Intelektuální schopnosti žáků a výuka přírodovědným předmětům

Spolu s přírodovědnou gramotností jde ruku v ruce *přírodovědná inteligence*, zvaná též *biofilie*. V roce 1996 byla oficiálně definována a přidána jako tzv. *osmý druh inteligence člověka* k teorii mnohočetné inteligence Howarda Gardnera z roku 1983, který ji definoval jako schopnost pozorovat a třídit přírodní jevy a porozumět jim (Havigerová, 2011). Úzce souvisí především se schopností *přírodovědného poznávání*, mezi jehož klíčové aspekty patří dle NÚV (2011, s. 13 - 14):

- a) **aktivní osvojení si a používání pojmového systému přírodních věd**, jako jsou základní pojmy, zákony, principy, hypotézy, teorie a modely,
- b) **aktivní osvojení si a používání metod a postupů přírodních věd jak empirických** (pozorování, měření, experimentování), **tak racionálních** (identifikace problému a volba vhodné strategie k jeho řešení, schopnost indukce při formulaci závěrů a dedukce při jejich vyvozování),
- c) **aktivní osvojení si a používání zásad hodnocení přírodovědného poznání**, zahrnujících způsoby testování přírodovědných tvrzení, způsoby zjišťování chyb či zkreslených dat a způsoby kritického hodnocení pseudovědeckých informací,
- d) **aktivní osvojení si a používání způsobů interakce přírodovědného poznání s dalšími oblastmi lidského poznání či společnosti**, např. systematické využívání moderních technologií v přírodovědném poznávání, využívání přírodovědných vědomostí v běžném životě či zaujímání postojů k různým aplikacím přírodovědných poznatků a jejich důsledků pro člověka a životní prostředí.

Dle Havigerové (2011) má *přírodovědná inteligence* své kořeny již v dávné historii, kdy člověk fungoval jako lovec, sběrač či zemědělec. Ve své podstatě však zůstává dodnes součástí života každého z nás. Odráží se totiž i v běžných činnostech, jako je např. vaření či zahrádkaření.

Jedinci s vysoce rozvinutou formou této inteligence nacházejí často uplatnění v profesích, jako je např. biolog, chemik, učitel přírodovědných předmětů a v mnoha dalších přírodovědně orientovaných oborech. Ze slavných osobností mezi takové jedince patřili např. Charles Darwin, Carl von Linné či Dmitrij Ivanovič Mendělejev (Havigerová, 2011).

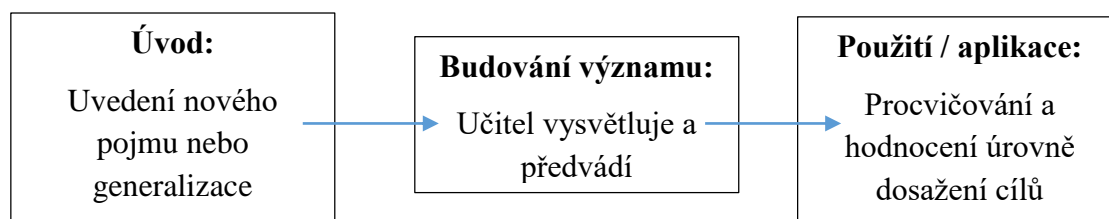
Ve výuce se přitom nabízí učitelům celá řada možností, jak ji cíleně u žáků rozvíjet. Dle Havigerové (2011) se osvědčuje využívání přírodních metafor, časté dotazování, projektové vyučování, přírodovědné studie a experimenty, zařazení besed s přírodovědci, exkurze, zapojování žáků do přírodovědných olympiád a dalších přírodovědně zaměřených soutěží.

3 Přístupy ve výuce přírodovědných předmětů

Při plánování a realizaci výuky se učitelé nabízejí celá řada vyučovacích koncepcí. V českém školství stále ještě převládá především klasický přístup v podobě *tradiční (transmisivní) výuky*. Postupně se však napříč různými stupni vzdělání, a to nejen v rámci přírodních věd, začínají prosazovat i modernější koncepce vyučovacího procesu, mezi které patří např. *projektová výuka, konstruktivismus, problémová výuka* či *badatelsky orientovaná výuka* (Honzíková a Sojková, 2014). Tyto uvedené koncepce přitom dle Škody a Doulíka (2013) nelze striktně oddělovat, neboť se v mnohém prolínají.

3.1 Tradiční (transmisivní) přístup ve výuce přírodovědných předmětů

Tradiční (transmisivní) výuka velice často staví na principu dedukce, resp. postupu usuzování od obecného ke konkrétnímu (Pasch a kol., 1998, s. 195). Typickou strukturu takové hodiny představuje *Obr. 1*.



Obr. 1 : Dedukce v rámci tradiční (transmisivní) výuky (zpracováno dle: Pasch a kol., 1998, s. 195)

Základní organizační jednotkou tradiční (transmisivní) výuky je 45 minut trvající vyučovací hodina probíhající nejčastěji ve třídě. Každá vyučovací hodina má svoji přesnou strukturu odvíjející se od fáze vyučovacího procesu a specifických cílů předmětu, ze kterých dále vyplývá frekvence jednotlivých typů vyučovací hodiny (klasická hodina, hodina smíšeného typu, laboratorní práce, exkurze, ad.). Pro tradiční (transmisivní) výuku je typická tato následující struktura (Honzíková a Sojková, 2014):

- část úvodní a organizační,
- prezentace cílů vyučovacího procesu, motivace,
- opakování předcházejícího učiva,
- výklad nového učiva,
- upevňování probraného učiva,
- kontrola výsledků vyučovacího procesu,

- shrnutí,
- zadání domácího úkolu, zhodnocení vyučovací jednotky.

V rámci laboratorních činností se jedná o:

- část úvodní a organizační,
- motivační,
- teoretické poučení,
- nácvik pracovních dovedností,
- samostatnou práci žáků pod dozorem učitele,
- průběžné a závěrečné hodnocení.

Typickým znakem tradiční (transmisivní) výuky je ona *transmisivnost* čili kladení důrazu na zapamatování. Žák si tak obvykle z těchto hodin odnáší velké množství faktů, to ovšem nemusí pokaždé znamenat, že dané problematice skutečně rozumí. Zdáli žák opravdu učivo rozumí a dokáže nabyté vědomosti využít v praxi, se tak mnohdy ukáže až při řešení komplexnějších úloh (Honzíková a Sojková, 2014).

Úskalí tradiční (transmisivní) výuky představuje, dle Honzíkové a Sojkové (2014), zejména pasivní žák, učivo v tzv. „hotové“ podobě, subjektivita učitele při hodnocení, klasifikace známkou a absence prostoru pro tvůrčí aktivity.

Dle Fenstermachera a Soltise (2008) žák přijímá, shromažďuje a udržuje informace v hlavě v jakémsi mentálním prostoru, který je však velice často izolován od těch ostatních. Jedná se o tzv. *pseudopoznání*, kdy žákovy vědomosti jsou pouze formální, zdánlivé, chybí potřebná propojenost s již osvojenými poznatky (Dostál, 2013). Informace, které žák nabyt ve škole, tak zůstávají v paměti uložené většinou pouze omezenou dobu, odpovídající často termínu napsání testu či vyzkoušení. Jak tvrdí Fenstermacher a Soltis (2008), následně jsou informace „vyklopeny“ a rychle zapomenuty, což je častý důsledek velice riskantního způsobu předávání nových informací v již zmíněné tzv. „hotové“ podobě.

Proti tomuto přístupu se staví *konstruktivismus*, který klade důraz na pochopení podstaty věci, smysluplnost a provázanost jednotlivých poznatků. Nezvalová a kol. (2010) uvádí, že zatímco tradiční (transmisivní) výuka je typická svým dominantním postavením učitele a jeho instruktivním přístupem k žákům, tak konstruktivismus je typický svojí orientací na žáky a individuálně konstruktivním či sociálně konstruktivním přístupem k nim. Porovnání tradičního (transmisivního) přístupu a IBSE, viz *Příloha 2*.

3.2 Konstruktivistický přístup ve výuce přírodovědných předmětů

Podstatou *konstruktivistického přístupu* ve vzdělávání jsou úvahy o vzniku a povaze poznávání. Kořeny konstruktivismu lze dle Glasersfelda (1990 in Rochovská a Krupová, 2015) najít ve filozofii, psychologii a kybernetice. Konstruktivistický přístup ve výuce reflektuje subjektivismus, kdy hlavní roli hraje vlastní prožívání a svébytné poznání. Konstruktivismus vkládá důvěru v učícího se jedince a v jeho schopnosti vlastního chápání jevů, tvorby nových představ, významů, postojů, přesvědčení a budování nových, správných mentálních struktur (Rochovská a Krupová, 2015). Typické znaky konstruktivistické výuky tzv. *Constructivist checklist* shrnula v roce 1997 kanadská pedagožka Elizabeth Murphyová, viz *Příloha 3* (Rohlíková a Vejvodová, 2012).

Dle Wheatlyho (1991 in Rochovská a Krupová, 2015) konstruktivismus staví na dvou principech poznání. První z nich říká, že vědomosti člověk přijímá sice pasivně, avšak aktivně si je utváří v procesu poznávání. Druhý princip říká, že naše poznání je adaptabilní a člověk si při něm konstruuje jakési subjektivní obrazy světa, které odrážejí jeho vlastní zkušenosti, nikoli však objektivní obraz světa. Což potvrzují i Osuská a Pupala (2000), podle nichž si poznání konstruuje jedinec sám jako reflexi interakce s okolím.

Poznávání je podstatou samotného učení. Glasersfeld (2001) uvádí dva možné způsoby učení se a vyučování ostatních. V prvním případě se jedná o *učení bez porozumění*, kdy se učíme pojům vzniklým na základě konvence, např. názvy prvků či botanická a zoologická nomenklatura. V druhém případě hovoříme o *učení s porozuměním*, které staví právě na principech konstruktivismu. Setkáváme se s ním v případě osvojování si principů, zákonů, teorií či v rámci logických operací, kdy nestačí jen pouhé memorování (Rochovská a Krupová, 2015). Konstruktivistické učení si dle Gagona a Collayho (2005 in Rochovská a Krupová, 2015) zakládá na tom, že poznání je konstruováno zejména díky aktivnímu poznávání, pochopení prostřednictvím jednání, schopnosti interpretovat a snaze vysvětlit si informace, kterým subjekt ne zcela rozumí.

Při samotném učení hrají v souvislosti s konstruktivismem významnou roli pojmy asimilace a akomodace, se kterými přišel uznávaný kognitivní psycholog Jean Piaget. Jde o to, že žák nepřichází do školy jako *tabula rasa*, ale má již v hlavě vytvořené určité mentální struktury a nové přichází informace tak pouze upravuje a propojuje podle svého, tak aby mu zapadaly co nejlépe do jeho mentální struktury. Avšak mýlit se je lidské a tak se každému občas stane, že mylně zařadí informaci do jiné struktury. Učitelé by se měli

snažit předcházet vzniku těchto mylných reprezentací u žáků. A učivo tak žákům asimilovat a akomodovat validním a co nejvíce smysluplným způsobem. Vzdělávání ostatních totiž není zdaleka jen o „probrání látky“. Povinností každého učitele tak je průběžně kontrolovat, zdali žáci opravdu učivo správně asimilovali a akomodovali v rámci svých mentálních struktur. V opačném případě je třeba zajistit nápravu a pokusit se o jejich reorganizaci do správné podoby (Fenstermacher a Soltis, 2008).

„Z porozumění tomu, jak naše mysl organizuje, reprezentuje a reaguje na informace, můžeme vyvozovat závěry, jak organizovat výuku“, říká Fenstermacher a Soltis (2008, s. 55). Osuská a Pupala (2000) považují konstruktivismus za jednu z možných cest poznávání, která může být nápomocna při vytváření modelů učení, vyučování a kurikulárních materiálů. Ve výuce přírodovědných předmětů lze navíc velmi dobře aplikovat různé metody odkazující právě na konstruktivismus. V chemii to jsou pak zejména metody založené na vlastním pozorování, modelování, měření, experimentování a hodnocení reálných dějů, objektů či stavů (Nezvalová a kol., 2010). Lukáč (2014) říká, že většina inovativních trendů ve vzdělávání, mezi které patří i badatelsky orientovaná výuka, vychází právě z konstruktivistické koncepce učení.

3.3 Problémová výuka ve výuce přírodovědných předmětů

Dominová (2008) říká, že kořeny problémové výuky lze nalézt již v době první republiky. Za průkopníky v této oblasti jsou považováni zakladatelé reformních škol Václav Příhoda a Jaromír Kopecký.

Problémová výuka je založena na principu učení se prostřednictvím vlastní zkušenosti, tzv. „*learning by doing*“ (dle Deweyho, 1938 in Škoda a Doulík, 2013). Žáci si přirozenou formou a vlastní tempem odpovídajícím jejich myšlenkovým pochodům osvojují nové vědomosti, vedoucí k řešení daného problému (Ronis, 2008). Turek (1982 in Honzíková a Sojková, 2014, s. 31) definuje problémovou výuku jako „činnost učitele, která se projevuje v zabezpečení podmínek problémového učení žáků, a to prostřednictvím nastolování systému problémových situací a řízení procesu řešení problémů žáky“.

Samotný způsob problémového učení žáků spočívá v osvojování si nových vědomostí, dovedností a rozvíjení schopností na základě analyzování problémové situace, formulaci samotného problému a následném hledání řešení stanovených hypotéz a jejich verifikaci. Problémové úlohy žákům zadává učitel, který je zároveň motivuje a usměrňuje při hledání řešení úkolů (Honzíková a Sojková, 2014).

Problémová výuka dle Machmutova (1972 in Honzíková a Sojková, 2014, s. 32):

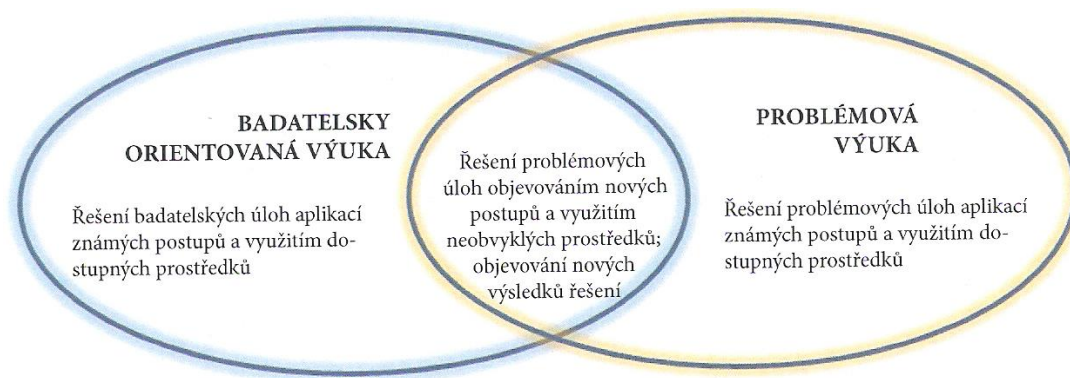
- umožňuje žákům osvojení si nových vědomostí a dovedností s jejich následnou aplikací do praktické roviny,
- podporuje samostatnost a kreativitu žáků,
- rozvíjí u nich dialektické myšlení.

Samotný proces řešení problému je komplexní záležitostí sestávající z těchto etap (Petlák, 2004):

- vymezení a nastolení problému,
- analýza problému,
- formulování hypotézy,
- výběr metod řešení,
- řešení problému,
- vyřešení problému,
- kontrola řešení.

V rámci problémové výuky může učitel využívat hned několika metod. Např. *problémový výklad*. Jedná se o výklad vedený učitelem, jež se často obrací na žáky a klade jim otázky stimulující jejich myšlenkové pochody. Cílem této metody je naučit žáky systematicky, vědecky a tvořivě myslet. Učitel může využít také *heuristické metody*, jejichž podstata spočívá v aktivním přístupu žáků k řešení problému, nebo *výzkumné metody*, které svým charakterem připomínají skutečný vědecký výzkum (Honzíková a Sojková, 2014). Více pak o těchto metodách pojednává kapitola *Metody IBSE/BOV*.

Dostál (2015a) uvádí, že problémová výuka se v mnohém překrývá s *badatelsky orientovanou výukou*. Vztah mezi problémovou výukou a badatelsky orientovanou výukou v souvislosti s řešením úloh ilustruje následující *Obr. 2* (Dostál, 2015a, str. 55).



Obr. 2: Řešení úloh v rámci badatelsky orientované výuky vs. problémové výuky
(zpracováno dle: Dostál, 2015a, str. 55)

4 Charakteristika badatelsky orientované přírodovědné výuky

Badatelsky orientovaná výuka se poprvé objevuje v 60. letech 20. století v rámci hnutí *Učení objevováním*, které vzniklo na popud tradičního (transmisivního) vyučování v USA. Vyústěním četných výzkumů a diskusí bylo zavádění konstruktivistického vzdělávání a badatelsky orientovaného vyučovacího směru **IBE** – tzv. **inquiry based education**. Vůbec nejvíce se pak badatelsky orientovaná výuka prosadila v rámci přírodovědného vzdělávání, tj. **IBSE** – **inquiry based science education** (Nezvalová a kol., 2010). V Evropě se tento směr objevuje až v 90. letech (Stuchlíková a Papáček, 2010).

Lukáč (2014) uvádí, že badatelsky orientovaná přírodovědná výuka reflektuje zejména tendence o inovaci a zkvalitnění přírodovědného vzdělávání v celoevropském měřítku, objevující se jako reakce na zásadní změny ve společnosti.

Stěžejním bodem závěrečné zprávy výzkumu Evropské komise pro vzdělávání (2007), vedeného *Michelem Rocardem*, byl odvrát od deduktivní formy výuky k výzkumně orientované koncepci vzdělávání. To v praxi znamená např. zařazování rozmanitých aktivit do výuky, zejména těch, které staví na řešení problémů, praktických činnostech a zpracovávání informací (Lukáč, 2014). Na tento výzkum a doporučení zareagovalo v roce 2008 výzkumnou sondou - *Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory* i MŠMT České republiky, která se již delší dobu potýká s klesajícím zájmem žáků o studium přírodních věd (Dostál et Klement, 2015). Výzkumy totiž ukazují, že se vzrůstajícím věkem se prohlubuje nezájem žáků o studium přírodních věd. Bylo tak např.

zjištěno, že zhruba polovina žáků SŠ nemá ráda chemii, pro porovnání na ZŠ vyjádřila svůj negativní postoj k chemii méně než pětina žáků. Maršák (2008) hlavní příčinu tohoto trendu spatřuje ve způsobu výuky přírodovědných předmětů na školách. Východisko z této situace může představovat právě zavedení badatelsky orientované přírodovědné výuky nebo alespoň jejich prvků do výuky. Což ostatně potvrzuje i Švecová (2012), která říká, že přírodní vědy jsou zvláště vhodné pro aplikaci badatelsky orientované přírodovědné výuky.

Rocard (2007 in Petr, 2010, s. 139 - 140) obecně definuje badatelsky orientovanou výuku jako „výuku, při které se vědomosti budují během řešení určitého problému v postupných krocích, které zahrnují stanovení hypotézy, zvolení příslušné metodiky zkoumání určitého jevu, získání výsledků a jejich zpracování, shrnutí, diskuzi a mnohdy i spolupráci s jinými žáky“.

Dle Švecové (2012, s. 14) se jedná o „propojený proces diagnózy problémů, kriticky vedených experimentů, rozlišování alternativ, plánování výzkumů, ověřování domněnek, hledání informací, proces vytvářející modely, proces diskusí s žáky a formování promyšlených argumentů“.

Dostál (2015a, str. 54) ji definuje jako „činnost učitele a žáka zaměřenou na rozvoj vědomostí, dovedností a postojů žáka na základě aktivního a relativně samostatného poznávání skutečnosti, kterou se sám učí objevovat a objevuje“.

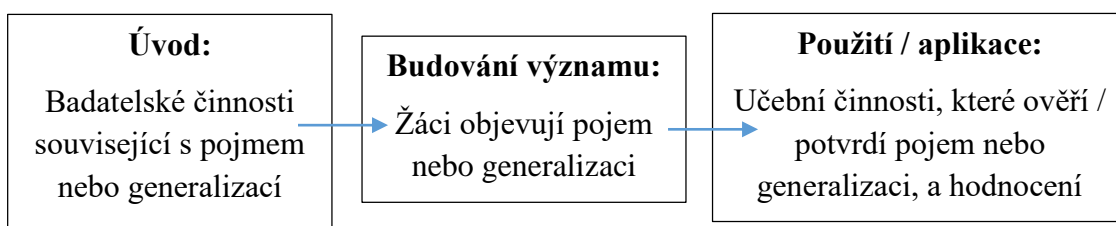
Dle Lukáče (2014) představuje badatelsky orientovaná výuka ve své podstatě jakýsi pomyslný vědecký výzkum, který zahrnuje identifikaci výzkumných otázek a kontinuální bádání souvisejícího s hledáním odpovědí a vysvětlení těchto otázek. Výzkumné otázky musí být přizpůsobeny věku a badatelským schopnostem žáků. Cílem není připravit žáky na vědeckou dráhu, ale především přispět k tomu, aby byli schopni, jak uvádí Řezníčková (2014, s. 12), se „objektivně, systematicky a logicky vypořádat s problémy v běžném životě“.

4.1 Myšlenkové procesy a badatelsky orientovaná přírodovědná výuka

Zpráva Evropské komise (2007) – „Současné přírodovědné vzdělávání (*Science Education Now*)“ uvádí, že vůbec nejčastěji se lze v přírodovědném vzdělávání setkat se dvěma protikladnými přístupy – *deduktivním* a *induktivním*. Tradičnější v našem školství je přístup deduktivní. Blíže k badatelsky orientované přírodovědné výuce však má induktivní přístup, který se více orientuje na pozorování a provádění pokusů. Eurydice

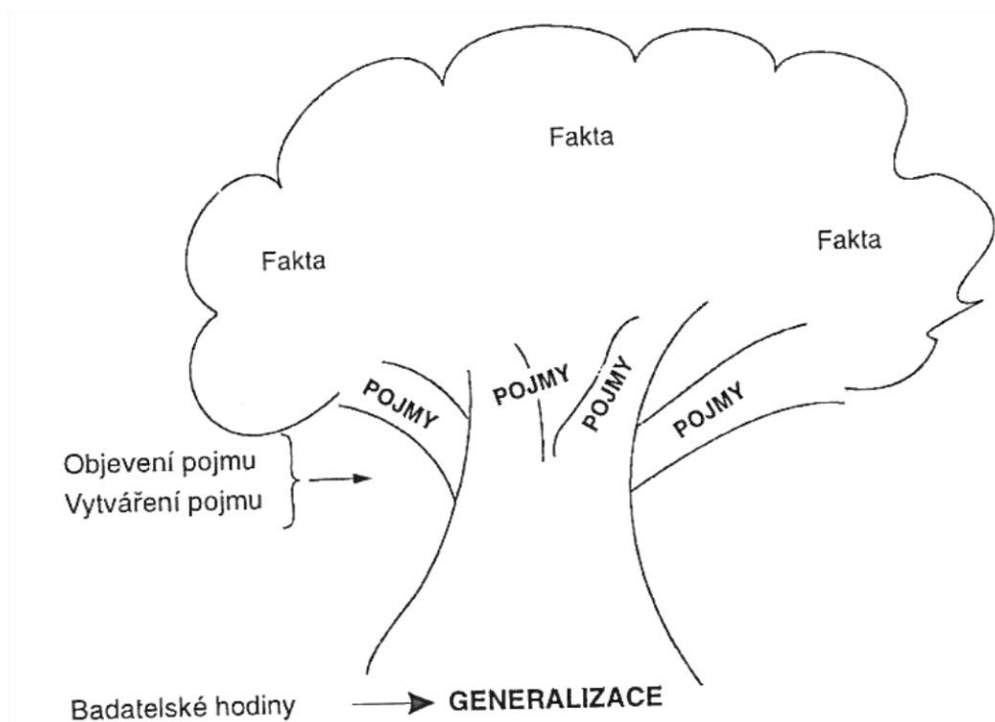
dokonce uvádí, že *induktivní přístup* je dnes díky vývoji, kterým si prošel, ve své podstatě už ekvivalentem badatelsky orientované přírodovědné výuky (Eurydice, 2012).

Badatelsky orientovaná přírodovědná výuka je založena na relativně samostatném poznávání skutečnosti prostřednictvím aktivní učební činnosti. Staví tak především na empirismu a s ním souvisejícím senzualismu (měření, pozorování, experimentování) a racionalismu (myšlenkové procesy jedince – indukce, dedukce, analýza, syntéza, komparace...), (Dostál, 2015a). K badatelsky orientované přírodovědné výuce, jak již bylo výše uvedeno, mají hodně blízko zejména hodiny induktivního typu, kde dominují myšlenkové procesy indukční, resp. odpovídající postupu usuzování od konkrétního k obecnému. Typickou strukturu vyučovací hodiny založené na indukci uvádí následující *Obr. 3*. Nutno však dodat, že badatelsky orientovaná přírodovědná výuka se neomezuje jen na *indukci*, využívá totiž v menší či větší míře i dalších poznávacích myšlenkových procesů, jako je analýza, syntéza, dedukce, komparace a specifikace, viz metody poznávání *Příloha 4* (Dostál, 2015a, str. 50). Toto potvrzuje také Šorgo (2014), který považuje často uváděné spojení badatelsky orientované přírodovědné výuky s indukci pouze za stále přetrvávající mýtus.



Obr. 3: Indukce v rámci badatelsky orientované výuky (zpracováno dle: Pasch a kol., 1998, s. 195)

Induktivní myšlení přitom dle reformní pedagožky Hildy Taby sestává ze tří základních úloh, mezi které patří utváření (vyvození) pojmu, interpretace dat a aplikace pravidel. *Obr. 4*, jehož autorem je významný americký pedagog a psycholog Jerome Bruner, ilustruje vztah mezi fakty, pojmy a procesem generalizace v souvislosti s indukovanou výukou. Ona generalizace, resp. nalezení principu nebo vysvětlení struktury dat představuje hlavní cíl induktivně založených hodin. Hlavní rysy induktivního přístupu ve výuce viz *Příloha 5* (Pasch a kol., 1998, s. 231).



Obr. 4: Poznání v souvislosti s induktivním přístupem ve výuce (Pasch a kol., 1998, str. 226)

4.2 Výuka postavená na badatelství

Badatelsky orientovaná přírodovědná výuka je inspirována badáním a badatelskými postupy (Samková, 2011). Cílem hodin badatelského typu (*inquiry lessons*) je naučit žáky správně interpretovat data a aplikovat získané poznatky do praxe. Pro takto zaměřené hodiny je typická vysoká aktivita ze strany žáků, kteří kladou výzkumné otázky, analyzují informace, vytvářejí hypotézy, shromažďují údaje a formulují své závěry. Žáci tak odhalují zákonitosti a generalizují (Pasch a kol., 1998). Aktivně si tak osvojují potřebné kompetence, vědomosti, dovednosti a komunikační schopnosti (Stuchlíková a Papáček, 2010).

Lukáč (2014) říká, že před samotným badáním je důležité, aby učitel dokázal nastolit stimulační atmosféru, která má v sobě zahrnuté prvky bezprostředně související s předmětem výzkumu. V samotném průběhu badání je více než důležité, aby žáci dokázali na maximum využít svých dosavadních zkušeností a poznatků při objevování nových zjištění.

Dle Samkové (2011) vychází školní badání ze skutečného vědeckého badání. Je však nutné přitom brát ohled na věk žáků, souvislosti obsahové a materiálně-technické (Bílek a Hrubý, 2013). Odlišnost školního badání žáků od skutečného vědeckého badání spočívá

zejména v tom, že každé plní zcela jinou funkci, a také jejich cíle jsou rozdílné. Smyslem školního badání je především aktivizace žáků a jejich vtáhnutí do procesu učení, a to i za předpokladu, že není cílem vybádat něco nového (Dostál, 2015b).

Za otce badatelsky orientované výuky je považován Richard Suchman, který tvrdí, že touhu bádat u žáků vzbuzují tzv. rozporné situace, které odporují jejich dosavadnímu porozumění světu. Žáci se tak snaží přijít „věci na kloub“ (Stuchlíková a Papáček, 2010). Suchman je autorem celé řady učebních strategií založených právě na badání. Dle jeho modelového příkladu, představeného roku 1962, učitel zahajuje vyučovací hodinu výkladem o činnosti výzkumníka a předkládá žákům elementární pravidla postupu. Žáci přitom kladou otázky učiteli, který své odpovědi omezuje na „ano & ne“. Poté učitel uvede „záhadnou událost“, která by měla u žáků vzbudit pozornost, zvědavost a touhu bádat a objevovat. Žáci prostřednictvím dalších otázek získávají informace potřebné k hlubšímu porozumění, které jim zároveň umožní izolovat odpovídající proměnné, a začnou tak tušit obecné vztahy a vytvářet hypotézy. Dalšími otázkami nebo pokusy své hypotézy následně ověřují. Závěrem učitel společně s žáky analyzuje jejich myšlenkové postupy. Názorný příklad aplikace *Suchmanovy badatelské hodiny* v chemii viz *Příloha 6* (Pasch a kol., 1998, s. 231 - 232).

4.3 Terminologie badatelsky orientované přírodovědné výuky

Termín badatelsky orientovaná výuka byl přejat z anglického jazyka z tzv. *Inquiry-based instruction* (U.S. English) či ekvivalentního *Enquiry-based instruction* (British English). V cizojazyčné literatuře se však můžeme setkat i s dalšími ve své podstatě synonymními termíny jako *Inquiry-based learning* (badatelsky orientované učení), *Inquiry-based teaching* (badatelsky orientované vyučování) či *Inquiry-based education* (badatelsky orientované vzdělávání), (Dostál, 2015a). V souvislosti s přírodními vědami se pak lze nejčastěji setkat s termíny *Inquiry-based science education* či *Enquiry-based science education* (badatelsky orientovaná přírodovědná výuka), (Nezvalová a kol., 2010). Setkáváme se však i s akronymy vytvořenými z českých či anglických termínů užívaných pro badatelsky orientovanou výuku. Např. BOV (*badatelsky orientovaná výuka*), IBE (*inquiry-based education*), IBI (*inquiry-based instruction*), IBL (*inquiry-based learning*), IBT (*inquiry-based teaching*), ICBL (*investigative case-based learning*) či IBSE (*inquiry-based science education*), (Dostál, 2015a).

Badatelsky orientovanou výuku přírodovědných předmětů lze také rozdělit na žákovské, resp. žákovské aktivity označované termínem IBSL (*inquiry-based science*

learning) a aktivity učitele IBST (*inquiry-based science teaching*), přičemž činnosti obou aktérů jsou úzce propojené. V odborné literatuře se však dává přednost již výše uvedenému širšímu termínu IBSE (Trna, 2011), což potvrzuje i Lukáč (2014).

Badatelsky orientovaná výuka přírodovědných předmětů tak bude pro přehlednost v této práci uváděna dále již pouze pod tímto akronymem - IBSE.

4.4 IBSE v různých kontextech

IBSE *vzhledem ke vzdělávacímu programu* představuje osvojování si badatelských vědomostí a dovedností a základních principů bádání žáky. Samotný komplexní pojem badatelské vědomosti a dovednosti zahrnuje mnoho činností, mezi které patří např. kladení si výzkumných otázek, plánování, pozorování, zkoumání, vytváření vztahů mezi důkazem, objasňování a vysvětlování, zpracovávání výzkumných dat, logická argumentace a modifikace poznatků.

IBSE ve vztahu k učení žáka je chápána jako aktivní proces zahrnující individuální zkušenosti a vědomosti žáka, vytváření důkazů, experimentování a konstruování vlastní poznatkové struktury na základě porozumění.

IBSE ve vztahu k vyučování představuje konkrétní uplatnění IBSE v rámci vyučování, kdy žáci formují samotnou výuku a učitel vystupuje jako facilitátor. Žáci si kladou badatelsky orientované otázky, hledají důkazy, na jejichž základě objasňují, vyhodnocují, ověřují, hledají další možná alternativní řešení problému a diskutují s učitelem a ostatními spolužáky na dané téma (Nezvalová a kol., 2010).

4.5 Specifika IBSE

IBSE s sebou nese svá specifika, co se týče výukových cílů, subjektů a s nimi souvisejících faktorů, viz následující *Tab. 3*. Je nutné zmínit, že IBSE hodina se nemusí bezpodmínečně omezovat jen na badatelské aktivity, využívá totiž často i jiných aktivit, typických např. pro tradiční pojetí výuky. Příkladem může být vyučovací hodina sloužící jako příprava žáků na bádání samotné, která může mít podobu transmise směrem k žákům v podobě poznatků, o nichž není třeba nějak rozporovat a spekulovat (Dostál, 2015a).

Tab. 3: Složky IBSE výuky a jejich charakter (zpracováno dle: Dostál, 2015a, str. 45).

| Složka výuky | Charakter badatelsky orientované výuky |
|-----------------------------|---|
| <i>Cíl</i> | Osvojení vědomostí souvisejících s předmětem poznávání, badatelských metod a postojů, rozvoj vnímání, emocí a myšlení. |
| <i>Učitel</i> | Vyučuje prostřednictvím badatelských aktivit, příprava vhodných situací pro bádání. Kompetence k realizaci BOV. |
| <i>Žák</i> | Učení prostřednictvím badatelských aktivit, objevování. Učení se badatelským postupům. |
| <i>Obsah vzdělávání</i> | Poznatky získané prostřednictvím badatelských aktivit a osvojené badatelské metody – experimentování, měření, pozorování aj. |
| <i>Metodické podmínky</i> | Metoda problémového výkladu, heuristické metody, metoda vysvětlování, instruktáž, metoda předvádění, metoda diskuzní, projektová metoda, dramatizace, inscenační metody aj. |
| <i>Organizační podmínky</i> | Skupinová výuka, exkurze, projektová výuka aj. |
| <i>Materiální podmínky</i> | Laboratorní pomůcky, experimentální soupravy, materiál aj. |

Základní charakteristika IBSE (Škoda a Doulík, 2013):

- 1) Pro IBSE je typický výrazný pedocentrismus, kdy učitel vystupuje v roli tzv. facilitátora, resp. žákova průvodce vyučovacím procesem.
- 2) V hodině dominuje vlastní žákova činnost.
- 3) Cílem poznání nejsou pouhá fakta jako spíše metody, postupy a procesy.
- 4) Podněcuje u žáků rozvoj schopnosti hledat, objevovat a odhalovat principy vědeckého zkoumání.
- 5) Má podporu v platných kurikulárních dokumentech České republiky.
- 6) Propojuje poznatky s praktickým životem.

4.6 Bádání (Inquiry)

Klíčovou aktivitou IBSE je *inquiry* – *bádání* (Samková, 2011). Trnová (2013, str. 3) definuje bádání jako „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“.

Dostál (2015a, str. 44) definuje žákovu *bádání* jako „psychickou a fyzickou činnost, která se projevuje aktivitami zaměřenými mj. na kritické poznání studované skutečnosti, hledání pravdy, prozkoumávání a rozvoj myšlení na základě vlastního konání“. Bádání je cílevědomý proces skládající se z dílčích badatelských kroků, mezi které patří pozorování a popis skutečnosti, formulace problému, formulace hypotéz, předvídání a ověřování validity výsledků bádání (Dostál, 2015a).

Šorgo (2014, str. 46) říká, že nosným pilířem IBSE je právě samo bádání, které považuje za vysoce kreativní činnost. Jde o pátrání po něčem novém, resp. hledání odpovědi na předem položenou výzkumnou otázku.

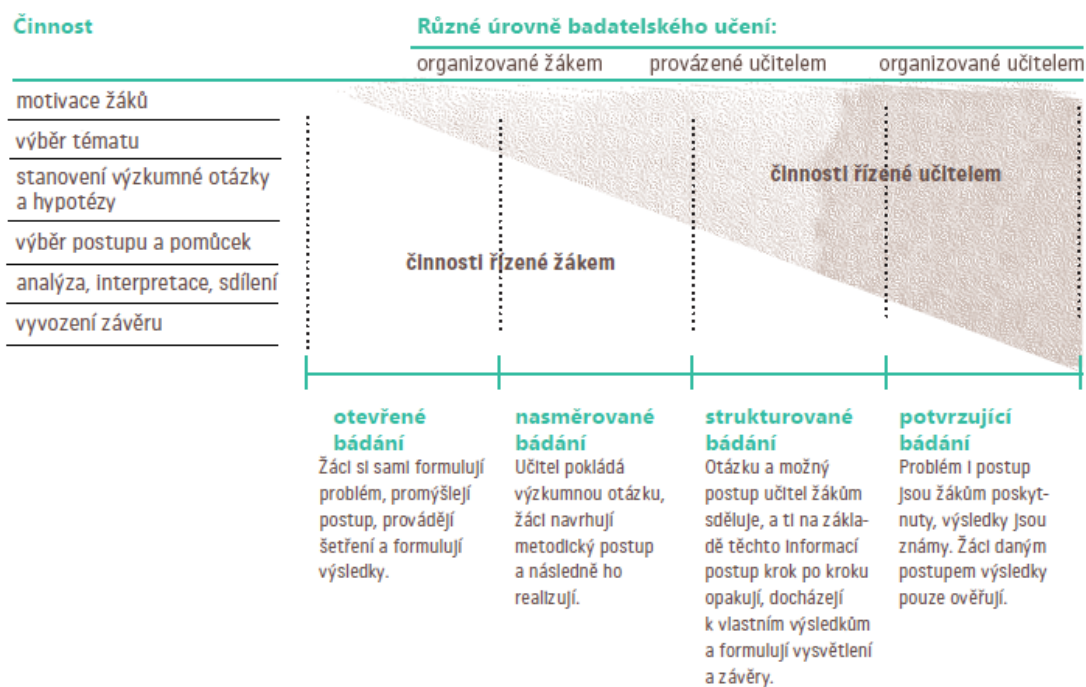
Lukáč (2014) říká, že díky bádání se žáci učí pozorovat, poznávat objekty a jevy, experimentovat, kriticky myslet, třídit, analyzovat informace a interpretovat empirická zjištění. Školní bádání nachází své uplatnění a hraje velmi významnou roli v přírodovědných předmětech, zvláště v těch, u nichž se využívá experimentů, tj. v chemii, biologii či fyzice (Doubrava, 2014).

Školní bádání má svá přesně vymezená kritéria, která jsou dána mírou samostatnosti žáka, resp. řízením a koordinací jeho činností učitelem (viz *Obr. 5*). Dle Banchi a Bella (2008, s. 26 - 29), Dostála (2015a, str. 36) a Serafína a kol. (2015, s. 596) lze bádání rozdělit na:

- **potvrzující bádání** (*confirmation inquiry*)
 - žáci jsou předem seznámeni s výzkumnou otázkou a postupem, výsledky bádání jsou také známy dopředu, úkolem žáků je tak dané výsledky, často v podobě nějaké teorie či zákonitosti, ověřit,
 - je v převážné míře řízeno samotným učitelem, z kognitivního pohledu se tak jedná o nejnižší úroveň bádání,
 - u žáků rozvíjí především jejich pozorovací, experimentální a analytické dovednosti,

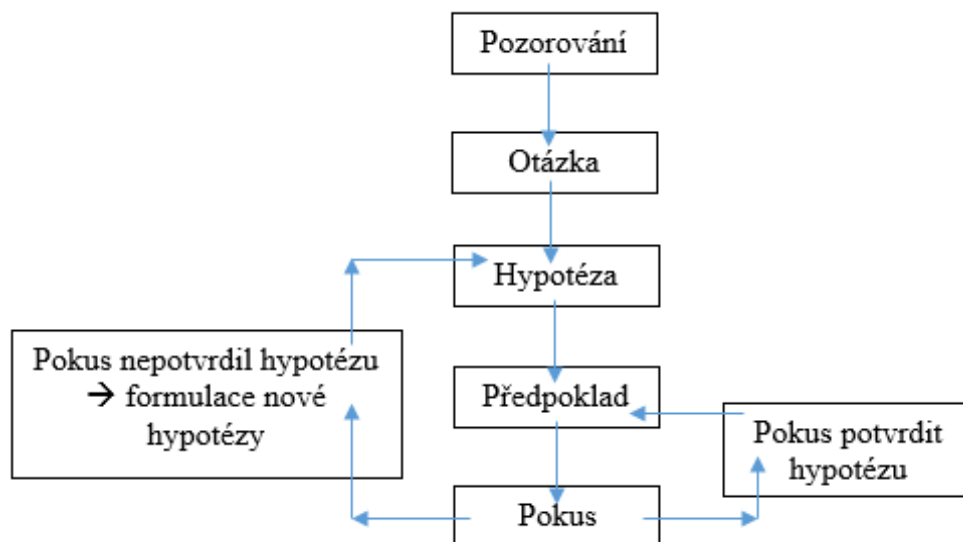
- **strukturované bádání** (*structured inquiry*)
 - učitel předkládá žákům výzkumnou otázku a možný postup, stimuluje je k formulaci vysvětlení studovaného jevu prostřednictvím návodných otázek,
 - žáci prostřednictvím učitelem regulovaného bádání a nashromážděných důkazů vyvozují závěry,
 - rozvíjí tvůrčí schopnosti a dovednosti žáků, jedná se již o vyšší úroveň bádání,
- **nasměřované bádání** (*guided inquiry*)
 - učitel zadává výzkumnou otázku, žáci sami vymýšlejí postup a realizují jej pod dohledem učitele,
 - učitel má roli aktivního průvodce žakovým bádáním,
 - zvyšuje míru samostatnosti žáků,
 - vyžaduje již jisté zkušenosti žáků s bádáním, které žáci získají právě v rámci nižších úrovní bádání,
- **otevřené bádání** (*open inquiry*)
 - žáci si sami kladou výzkumnou otázku, volí adekvátní strategie, vymýšlejí postup, realizují výzkum, analyzují a formulují výsledky,
 - dominuje samostatná činnost žáků,
 - klade vysoké nároky na žáky,
 - jedná se o nejvyšší úroveň bádání, má blízko ke skutečnému bádání vědců.

Trnová (2013) dodává, že nejvyšší úroveň bádání - *bádání otevřené* je určeno zvláště pro opravdu velmi nadané žáky.



Obr. 5: Znárodnění vzájemného poměru zapojení učitele a žáka při bádání (sdružení TEREZA, 2013, str. 17)

Před samotným školním bádáním je vhodné, aby učitel žáky seznámil se vším, co vědecká práce obnáší, např. v rámci úvodní badatelské hodiny. Pro ilustraci, jak postupovat při školním bádání může sloužit následující algoritmus - *Obr. 6*.



Obr. 6 : Algoritmus vědecké práce (Campbell a Reece, 2005, str. 1312 in Čipková a Karolčík, 2015, str. 39)

4.6.1 Badatelské téma

Badatelské téma je považováno za rámcové vymezení oblasti bádání. Mívá obvykle komplexnější povahu a často tak propojuje vícero vyučovacích předmětů. Nemusí se omezovat jen na řešení jednoho problému, běžným jevem jsou témata zabývající se řešením hned několika problémů. V rámci přírodních věd je však ideální volit taková, která přinášejí žákovi empirické poznání, např. prostřednictvím přímé manipulace s objekty materiální povahy (Dostál, 2015a).

4.7 Metody používané v rámci IBSE

Učitel při výuce postavené na principu IBSE může volit hned z několika různých výukových metod, viz *Obr. 7* (Dostál, 2015a, str. 44):

- ***problémový výklad***
 - dominuje činnost učitele, nedochází při něm k bádání, lze ho ale chápat jako pomyslnou přípravu na bádání samotné,
 - učitel seznamuje žáky s daným problémem a s různými možnostmi jeho řešení,
- ***heuristická metoda***
 - realizuje se především prostřednictvím strukturovaného a nasměrovaného bádání,
 - učitel v roli aktivního průvodce v rámci badatelské činnosti žáků,
 - převládá samostatná činnost žáků,
- ***výzkumná metoda***
 - reflektuje otevřené bádání,
 - předpokládá vysokou úroveň kognitivních schopností a dovedností žáka.

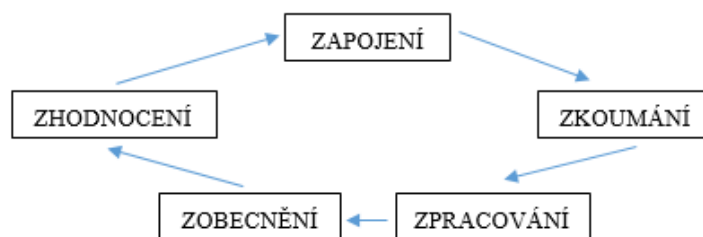


Obr. 7: Výukové metody využitelné v rámci IBSE (Dostál, 2015a, str. 44)

Dle Nezvalové a kol. (2010, str. 61) „jsou badatelsky orientované metody důležitým formativním prvkem v žákově poznávání reálného světa“. Janoušková, Novák a Maršák (2008 in Nezvalová a kol., 2010) se však domnívají a upozorňují tak na to, že jen empirické badatelství samo o sobě nemůže plnohodnotně zaručit žákově poznávání. Musí totiž stavět nejprve na teoretických základech, které si žák ve výuce osvojuje. Podstatné je nastolení pomyslné rovnováhy mezi teorií a empirickým badatelstvím, jež vede cíleně a efektivně k rozvoji žákově badatelství.

4.8 Fáze IBSE

IBSE učební cyklus lze shrnout do *pěti fází*, viz *Obr. 8*. První fáze představuje *zapojení žáků*. V rámci této fáze by měl učitel žáky především dostatečně motivovat a snažit se je tak zaktivizovat. Je třeba podnítit jejich zvědavost a zájem o vědecký problém. Ve druhé fázi, *zkoumání*, se žáci stávají skutečnými badateli, shromažďují informace, kladou výzkumné otázky, vytvářejí hypotézy a experimentují. V rámci třetí fáze, *zpracování*, dochází ke kompilaci výsledků badatelské činnosti, jejich vyhodnocení a diskusi. V předposlední fázi dochází ke *generalizaci*, resp. vyvození závěrů a obecných principů. Žáci se rovněž v této fázi snaží, pod vedením učitele, aplikovat nabyté poznatky na obecné principy. Závěrem je potřebné komplexně *zhodnotit* badatelské činnosti a z nich plynoucí výsledky a závěry (Čtrnáctová a kol., 2012, Zámečnicková a Čtrnáctová, 2014).



Obr. 8: Fáze IBSE (zpracováno dle: Čtrnáctová a kol., 2012, str. 32 – 33, Zámečnicková a Čtrnáctová, 2014, str. 12)

Doubrava (2014) školní bádání rozděluje do těchto 4 základních badatelských kroků:

1) Co chci řešit?

- motivace
- získávání informací
- kladení otázek
- výběr výzkumné metody

2) Přicházím s domněnkou

- formulace hypotézy

3) Jak zjistím, zda mám pravdu?

- plánování a příprava pokusu
- provedení pokusu
- zaznamenávání pokusu
- vyhodnocení dat

4) Na konci cesty sklízím ovoce své práce

- formulace závěrů
- návrat k hypotéze
- hledání souvislostí
- prezentace
- kladení nových otázek

5 Zavádění IBSE do školní praxe

Stuchlíková a Papáček (2010) uvádějí, že realizace v IBSE hodinách výuky chemie s sebou nese vysoké nároky jak na žáky, tak na samotné učitele. Brtnová-Čepičková (2013) uvádí následující podmínky, jejichž naplnění je důležité pro to, aby IBSE byla opravdu efektivní, a byla tak přínosem pro obě strany. Především se tedy domnívá, že žáci by již měli mít osvojeny alespoň základní vědomosti a dovednosti, potřebné k bádání. Dále je nutné, aby žáci skutečně pochopili, co se po nich žádá. Na samotném učiteli je především volba vhodného tématu k bádání, jehož náročnost bude odpovídat

věkovým možnostem a potenciálu daných žáků. Samozřejmě pak dohled, regulace a kontrola badatelských myšlenek a činnosti žáků. Učitel by měl žákům také poskytnout pro bádání dostatek času a na konci hodiny společně s nimi shrnout vše, co se měli prostřednictvím dané IBSE hodiny naučit.

5.1 Role žáka a učitele při IBSE

V rámci IBSE se z žáků stávají „vědci“ (Janoušková, Novák a Maršák, 2008 in Nezvalová a kol., 2010). Nezvalová a kol. (2010, str. 58) popisuje vědeckou práci žáků jako činnost, při které „sami žáci přejímají iniciativu při pozorování, měření či experimentování, vymýšlejí postupy na podporu nebo vyvrácení hypotéz. Analyzují získaná data, dělají závěry z pozorování, vytvářejí různé modely zkoumaných objektů či procesů.“ Žáci se učí pracovat s chybou, propojovat poznatky napříč vyučované předměty a samostatnosti při vyhledávání a zpracovávání výzkumných problémů (Kožuchová, 2014).

Podstatu IBSE dle Nezvalové a kol. (2010, str. 59) velice pěkně vystihuje jedno staré čínské přísloví: „*Řekni mi a já zapomenu, ukaž mi a já si zapamatuji, zapoj mě a já porozumím.*“ Dle Barella (1998 in Nezvalová a kol., 2010) je to právě ono zmíněné zapojení žáků, kdy si žák osvojuje nové dovednosti a postoje, a které tak vede k cílenému porozumění. IBSE se významně podílí také na stimulaci tvořivého myšlení žáků, které se rozvíjí právě díky dotazování, objevování, konstruování poznatků, hledání řešení a reflexi. IBSE se zaměřuje rovněž hodně na vzájemnou kooperaci mezi žáky (Nezvalová a kol., 2010).

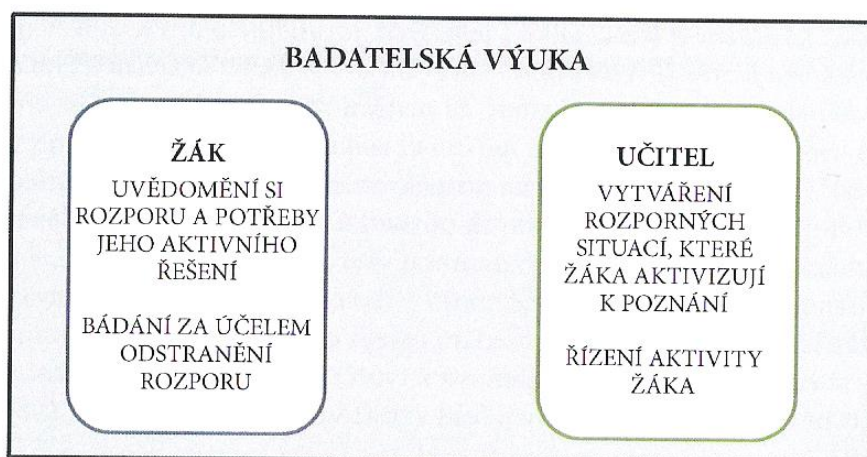
Žák je subjektem v procesu učení a jeho role v IBSE vychází z jeho vnitřní motivace, schopnosti pozorovat a kooperovat. Důležitou roli v rámci IBSE hrají tyto žákovy předpoklady (Nezvalová a kol., 2010, str. 61 - 63):

- *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.

Učitel v rámci IBSE vystupuje jako tzv. *facilitátor*, který pomáhá žákům v objevování nových poznatků. „Stává se tzv. garantem metody, ne však garantem pravdy“, říká Dostál (2015d, str. 9). Před samotným bádáním je více než důležité, aby učitel dokázal dobře namotivovat žáky. K podnícení samotného bádání by měl volit takovou techniku dotazování se žáků, aby je maximálně podněcovala k přemýšlení. Ideální je přitom pokládat otázky otevřené a reflexivní (Nezvalová a kol., 2010). Hlavní funkce učitele v rámci IBSE lze shrnout do následujících bodů (Nezvalová a kol., 2010, str. 63):

- *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.*

Badatelsky orientovanou výuku pohledem žáka a pohledem učitele ilustruje *Obr. 9* dle Dostála (2015a, str. 66).



Obr. 9: Badatelsky orientovaná výuka pohledem žáka a učitele (Dostál, 2015a, str. 66)

5.2 Možnosti a limity IBSE

IBSE je v současnosti věnována velká pozornost. Výsledky výzkumu provedeného evropskou komisí pro vzdělávání, z roku 2007, odhalily značný pokles v zájmu žáků o studium přírodních věd. Pomyslné východisko z této nepříznivé situace pedagogičtí

odborníci spatřují právě v implementaci IBSE a to jak v rámci primárního, tak sekundárního vzdělávání (Nezvalová a kol., 2010). K implementaci IBSE na vyšších stupních vzdělávání se však Škoda a Doulík (2013) stavějí spíše skepticky. Její přínos ovšem rozhodně nevyvracejí, jen ji považují za nosný koncept především v oblasti primárního přírodovědného vzdělávání.

IBSE nemusí být vhodná pro každého žáka, jak říká Dostál (2013a), existuje skupina žáků, kterým vyhovuje spíše transmisivní styl výuky, kdy si prostřednictvím reprodukce osvojují již hotové poznatky.

Další úskalí IBSE tkví, dle Brtnové-Čepičkové (2013), zejména v tradičních a zavedených pohledech pedagogických pracovníků, veřejnosti, školním kurikulu, a také v omezených časových možnostech a nedostatečné vybavenosti škol. Při přípravě budoucích učitelů často také chybí oborově didaktická příprava, co se týče IBSE výuky. Absolventi učitelství pak mnohdy nejsou schopni probudit u žáků dostatečný zájem a nadšení, a předat jim tak adekvátní formou tzv. „podstatu vědecké metody“, která jde ruku v ruce právě s IBSE (Dostál, 2013a). Dle Dostála (2013b) to velkou měrou souvisí s absencí obecně kompetenčního modelu učitele vzhledem k IBSE v oborových didaktikách.

Dostál (2015c) se domnívá, že mezi klíčové kompetence učitele vzhledem k realizaci IBSE patří schopnost motivovat žáky, adekvátně jim pomoci při bádání, vhodně volit badatelské aktivity na základě propojenosti s teorií, ale také s praktickým životem, rozvíjet u žáků kritické myšlení a badatelské schopnosti, využívat a navazovat na jejich dosavadní vědomosti, dokázat jim pomoci věcně analyzovat, interpretovat a shrnout výsledky bádání, zajistit bezpečnost při bádání.

Škoda a Doulík (2013) uvádějí, že u nás v České republice chybí také jednotný didaktický postup pro výuku IBSE. Určitou inspiraci je možné najít v modelu badatelství podle Eurydice (2012) - tzv. „model výuky bádáním (*Inquiry-Application Instructional Model*)“.

Dostál (2013a) tvrdí, že před samotnou implementací IBSE do výuky je vhodné provést některá podpůrná opatření, např. zajistit vhodné materiálně-technické vybavení, pomůcky, didaktickou techniku, vytvořit optimální podmínky pro žákovo učení a snažit se o změnu neefektivních učebních stylů žáků ad.

Sami učitelé spatřují největší překážky při zavádění IBSE zejména ve vysokém počtu žáků ve třídě, nedostatečné vybavenosti škol a časové náročnosti (Dostál, 2015a). Dle

Stuchlíkové a Papáčka (2010) je problém také v nedostatečné motivaci žáků, jejich nezkušenosti s bádáním, omezených možnostech daných učebními plány a nedostatku či nedostupnosti IBSE materiálů. Ve výzkumu Kristofové a Ganajové (2013) respondenti - učitelé velice často zmiňovali také nedostatečnou hodinovou dotaci chemie, obsahovou předimenzovanost učiva, neochotu spolupracovat s učitelem a spolužáky a již výše zmíněnou nedostatečnou materiální vybavenost škol.

V souvislosti s bádáním se nabízí i otázka klasifikace. Dle Doubravy (2014) se převážná většina pedagogů, kteří s IBSE ve výuce mají již jisté zkušenosti (*pozn. dle jejich výpovědi zařazují IBSE do výuky cca 1x/ měsíc*), přiklání k tomu, aby se v souvislosti s IBSE neklasifikovalo, mohlo by to totiž výrazně narušit její motivační charakter. Jiní naopak tvrdí, že výstupem badatelských hodin jsou často různé přehledy a souhrny, které lze poměrně dobře klasifikovat. Rozhodně prý však nejde o to hodnotit pouze výsledky bádání, primárně by totiž měla být hodnocena samotná aktivita žáků.

Co se týče četnosti zařazování IBSE, Doubrava (2014) se domnívá, že ideální je frekvence cca 1x / měsíc. V opačném případě by žákům mohlo brzy zevšednět. Prvky IBSE se však mohou objevovat i v klasické výuce, a to poměrně běžně.

IBSE výuku lze obohatit o spolupráci s organizacemi podporujícími vědu (např. muzea, vědecká centra či sdružení) a významně tak přispět k rozvoji přírodovědného vzdělání žáků. Díky ní pak mohou badatelské aktivity mnohdy přesahovat i běžný školní vzdělávací obsah.

5.3 Přínos IBSE a její efektivita

Český velikán, učitel národa - Jan Ámos Komenský kdysi formuloval pedagogické zásady, které jsou ve výuce reflektovány dodnes. Jedná se např. o zásady - názornosti, systematickosti, soustavnosti, aktivnosti, trvalosti, přiměřenosti a spojení teorie s praxí. V souvislosti s IBSE se klade zvláště velký důraz na minimálně dvě z výše uvedených, a to zejména na zásadu názornosti a spojení teorie s praxí (Dostál, 2013).

Dle Nezvalové a kol. (2010) se v poslední dekádě těší IBSE poměrně velké oblibě, navzdory pochybnostem o jeho efektivitě, jež se stále ozývají ze strany jeho odpůrců. IBSE a aktivní žák představuje ideální spojení, které může vést ke zvýšení zájmu žáků o přírodovědné vzdělání a přinést tak velmi dobré výsledky. IBSE se u žáků zaměřuje především na rozvoj tvořivého myšlení a osvojení si klíčových kompetencí, zejména pak tedy kompetencí k řešení problémů, které jsou nezbytné pro budoucí uplatnění a

osobnostní rozvoj žáků. Díky svému činnostnímu charakteru doporučuje Brtnová-Čepičková (2013) zařazení badatelské výuky již na primárním stupni ZŠ.

IBSE je velice flexibilní a navíc využitelná v rámci řešení mnoha interdisciplinárních projektů, žákovského bádání v laboratoři či vědeckých projektů na SŠ. Její vhodnou organizační formu je kooperativní činnost, kdy se žák společně s ostatními pod vedením učitele snaží identifikovat klíčové otázky vedoucí k řešení problémů. V konečném výsledku IBSE přináší žákům mnohem více příležitostí a svobody. Čerpá z jejich dosavadních zkušeností a vědomostí a propojuje je efektivní cestou s nově nabytými (Nezvalová a kol., 2010).

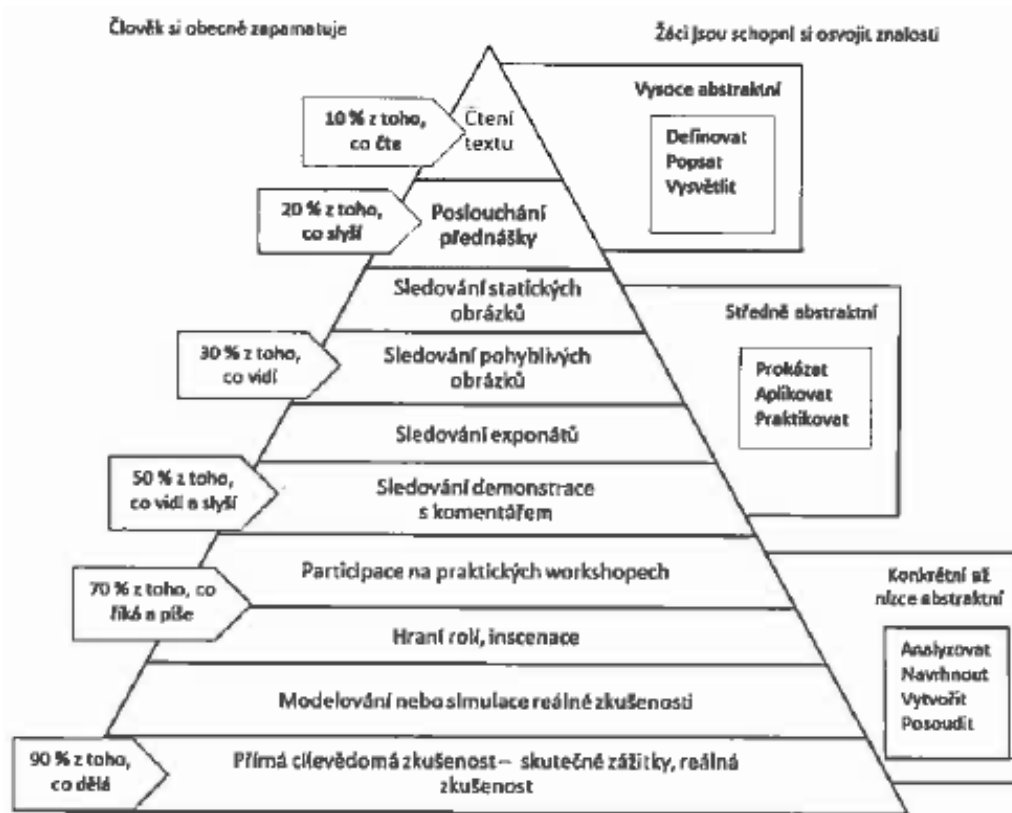
Doubrava (2014) spatřuje hlavní přínos IBSE, v porovnání s tradiční (transmisivní) výukou, především v tom, že si žáci informace mnohem lépe zapamatují, jsou schopni si je zařadit do širších souvislostí a spojit si je tak mnohem více s praxí. Dle Dostála (2013a) vede k rozvoji samostatnosti, schopnosti vyhledávat informace, zvyšování motivace, soutěživosti, spolupráci a efektivní komunikaci. Přispívá tedy i k rozvoji klíčových kompetencí a zvýšení zájmu žáků o přírodovědné vzdělávání, potažmo studium přírodovědně orientovaných oborů na vysokých školách (Lukáč, 2014).

Malinová a Maršíčková (2013) vyzdvihují přínos badatelství ve spojení s rozvojem žáků zvláště v těchto oblastech:

- schopnosti pozorovat,
- dovednosti provádět záznamy o pozorování (grafy, diagramy,...),
- rozvoji kritického myšlení a hodnocení získaných informací,
- dovednosti klást relevantní otázky,
- schopnosti experimentovat,
- zvyšování self-efficacy,
- podpory tvořivého přístupu, rozvoje divergentního myšlení,
- přechodu k vyšší úrovni myšlení,
- schopnosti logicky usuzovat,
- osvojování si manuální zručnosti (sestavování aparatur, měření,...).

Brtnová-Čepičková (2013) říká, že bádání může být pro žáky zajímavé, zábavné a motivující. Všestranně je rozvíjí a ve výsledku pomáhá omezovat tolik kritizované mechanické, bezmyšlenkovité a povrchní učení. Dle Dostála (2013a, str. 89) s požadavkem na implementaci badatelských přístupů do výuky přišel v podstatě, již v roce

1969, profesor pedagogiky *Edgar Dale*, prostřednictvím tzv. Kuželu zkušenosti (*Cone of Experience*), viz *Obr. 10*. Jeho základnu tvoří činnosti, které se osvědčily a jsou tak právem považovány za vůbec nejvíce efektivní při osvojování si nových poznatků.



Obr. 10: Daleův kužel zkušenosti (*Cone of Experience*), (Dostál, 2013a, str. 89)

Efektivitou IBSE se zabývalo již mnoho vědeckých studií, jedná se např. o studii McKinnona a Rennera (1971), Taylorové a Bilbreyho (2012), Schneidera a Rennera (1980), Minerové, Levyové a Centuryové (2009). Shodují se na pozitivním vlivu, který IBSE má na výsledky žáků. Existují však i studie, které se s tímto názorem neztotožňují, a jejichž postoj k IBSE je tak spíše negativní, konkrétně se jedná o studie Cavalla (1994), Lunsforda a Herzoga (1997), Kirschnera, Swellera a Clarka (2006), (Dostál, 2015a).

Mnoho studií také srovnávalo tradiční (transmisivní) výuku a IBSE ve spojitosti s množstvím osvojených vědomostí, což není dle Dostála (2015a, str. 19) zcela správný postup. Dokládá to tím, že „IBSE nelze vnímat jako nosnou při rozvoji žáků v poznatkové (vědomostní) rovině, ale jako stěžejní v rozvoji myšlení, tvořivosti a řešení problémů“.

Čtrnáctová a kol. (2014) ve své studii, zabývající se IBSE výukou chemie, poukazuje na globální tendenci ve vzdělávání kladoucí velký důraz na osvojení si tzv. „dovedností 21. století“ - „*twenty-first century skills*“. Do těchto dovedností patří např. kritické

myšlení, řešení problémů skutečného světa a inovační přístupy, kooperace, efektivní způsob komunikace a sebevzdělávání, přičemž efektivní cestou k jejich osvojení může být podle Čtrnáctové a kol. (2014) právě IBSE.

Eurydice (2012) provedla rozsáhlou syntézu výzkumných studií o přínosu IBSE. Z jejich závěrečné zprávy pak vyplývá prokazatelné zlepšení úrovně přírodovědné gramotnosti u žáků a zvýšení zájmu o přírodní vědy, zvláště u dívek, a také pozitivní vliv na konceptuální učení, potažmo na získávání a uchovávání vědomostí žáků.

5.4 Projekty zaměřené na využívání badatelských přístupů ve výuce přírodních věd

Na badatelsky orientovanou výuku v souvislosti s výukou přírodovědných předmětů se zaměřuje celá řada projektů. Mezi výhradně české projekty patří např. projekt **3V**, **Badatelé.cz**, **Generace Y** nebo **Věda není žádná věda** (Petřílková a Čtrnáctová, 2014). Česká republika je však zapojena i do mnoha mezinárodních projektů, např. do projektu **MaSciL – Math and Science for Life** v rámci 7. rámcového programu EU, probíhajícího již od roku 2013. Na tomto projektu propojujícím badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání se světem práce se aktivně podílí i Přírodovědecká fakulta UHK (Bílek a Machková, 2014).

Mezi další významné mezinárodní projekty zabývající se badatelsky orientovanou výukou patří:

TEMI – Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated, který byl poprvé představen v roce 2013 a je koordinován universitou Queen Mary v Londýně. Očekávané výsledky by měl přinést již v tomto školním roce (2016). Zaměřuje se zvláště na učitele a zvyšování jejich motivace k využívání IBSE. Na tomto projektu se aktivně podílejí i někteří čeští pedagogové.

ESTABLISH – European Science and Technology in Action: Building Links with Industry, Schools and Home. V rámci tohoto projektu bylo vytvořeno celkem 18 témat zahrnujících více než 250 badatelsky orientovaných aktivit aplikovatelných do výuky chemie, fyziky a biologie na ZŠ a SŠ.

PROFILES – Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science, který také přispěl vytvořením sady konkrétních výukových materiálů. Do tohoto projektu se zapojili učitelé z více než 22 evropských zemí.

SAILS – Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science, jehož hlavním cílem je podpořit učitele při zavádění IBSE do školní praxe, např. pomocí vytvořeného hodnotícího nástroje, který učitelé a jeho žákům poskytne zpětnou vazbu a pomůže jim tak při dosahování vzdělávacích cílů (Ganajová, Kristofová, Protivňák, 2014).

Z dalších lze zmínit např. projekty: *S-TEAM – Science-Teacher Education Advanced Methods*, *PRIMAS – Promoting inquiry in Mathematics and Science Education across Europae* (Papáček, 2010), *Science is no science – Student experiment as a starting point for the teaching of science at schools*, *POGIL – Process Originated Guided Inquiry Learning*, (Trnová, 2013; Pražienka, 2014). *Fibonacci project*, *Scientix*, *Projekt Pollen*, *Program SINUS – Transfer ad.* (Grecová a Mittnerová, 2014; Ryplová a Reháková, 2011).

Na popularizaci chemie jako takové se podílí i mnoho dalších projektů a programů, které se více či méně zaměřují i na badatelské aktivity. Jedná se např. o již tradiční *Noc vědců*, *Vědecké jarmarky*, *projekt STEP* (VSČHT Praha), *Letní škola pro učitele chemie* (VSČHT Praha), *Veletrh nápadů učitelů chemie* či různé další *chemické workshopy*.

K osvětě a šíření badatelsky orientované výuky přispívají, dle Dostála (2013a), také pedagogická periodika úzce zaměřená právě na tuto problematiku, např. *The Journal of Inquiry-Based Learning in Mathematics* či specializovaná badatelská centra při univerzitách a další organizace – *Centre for Excellence in Enquiry-Based Learning* (University of Manchester), *Centre for Inquiry-based Learning in the Arts and Social Sciences* (University of Sheffield), *Center for Inquiry-based Learning* (University of Michigan).

V České republice se badatelsky orientované výuce věnuje už sedm let Sdružení TEREZA, které se podílelo na koordinaci již výše zmíněných projektů - *GLOBE*, *Badatelé.cz* či *3V = vědě a výzkumu vstříc*. Sdružení TEREZA úzce spolupracuje s učiteli mnoha základních a středních škol, zároveň však také s odborníky z univerzit, zvláště pak s PřF UK, MUNI a JČU. Dále také nabízí učitelům možnost zúčastnit se školicího kurzu, kde se mohou blíže seznámit s problematikou badatelsky orientované výuky, prostřednictvím kolegů, kteří s ní již mají bohaté zkušenosti. Zájemci z řad učitelů základních škol mají navíc oproti svým kolegům ze středních škol velkou výhodu, která spočívá v detailně zpracovaném metodickém průvodci a lekcích pro 4. - 5. ročník (1. stupeň ZŠ) a 6. – 9. ročník (2. stupeň ZŠ), (Doubrava, 2014).

Pro zájemce z řad učitelů chemie nabízí i Vysoká škola chemicko-technologická (VŠCHT Praha) v rámci celoživotního vzdělávání kurzy zaměřené na IBSE. Tyto kurzy, probíhají od akademického roku 2014/2015 v rámci projektu LE12005 – KAMPUŠ, MŠMT EUPRO II., ve spolupráci s programem Amgen teach (Grecová a Mittnerová, 2014). Badatelsky orientované kurzy ESF projektu EDUTECH nabízí zájemcům také Technická univerzita v Liberci (Kasperová, 2015).

6 Implementace IBSE do výuky chemie

Chemie je vůbec ideálním předmětem pro realizaci IBSE, což potvrzují i četné výzkumy. Badatelsky orientovanou výukou chemie se v České republice intenzivně zabývají např. *doc. Jiří Dostál, prof. Hana Čtrnáctová, prof. Martin Bílek, prof. Danuše Nezvalová, Dr. Eva Trnová* či *Dr. Veronika Machková* v biologii pak zejména *prof. Miroslav Papáček* či *prof. Iva Stuchlíková*. Jedná se o autory řady odborných publikací, vědeckých článků a příspěvků na téma IBSE. Jejich díla tak posloužila jako cenný zdroj i při zpracování této diplomové práce.

Inspirativně při implementaci IBSE do výuky chemie může vyučujícím posloužit i článek popisující konkrétně výuku chemie pomocí IBSE od *Moniky Petrilákové* a *Veroniky Zámečnickové* (Petriláková a Zámečnicková, 2014). V souvislosti s konkrétními tematickými celky lze pak zmínit např. článek *How to Teach about Energy Through Inquiry?* od *Marty Kuhnové* (Kuhnová, 2014) zaměřený na interdisciplinární téma *Energie* či téma vizualizace chemických struktur ve výuce od *Martina Slavíka, Jana Grégra* a *Bořivoje Jodase* (Slavík, Grégr a Jodas, 2014).

Co se týče experimentální činnosti, tak se nabízí např. článek na téma Experiment podporovaný počítačem, jehož autory jsou *Martin Rusek, Štěpán Gabriel* a *Nikola Kuželová* (Rusek, Gabriel a Kuželová, 2014). Ze zahraničních autorů lze zmínit např. *Antonia Quesadu* a *Martu Arizu*, kteří se zabývali IBSE výukou konkrétně na tématu vodíkových můstků (Quesada a Ariza, 2014).

Dle Činčery (2014) - Česká republika co do počtu studií zabývajících se problematikou IBSE výrazně zaostává ve srovnání se zahraničím, kde jsou IBSE zaměřené výzkumné studie mnohem častější, jako příklad lze uvést IBSE studie - *Ishidy* a *Itana* (2000), *Sumerleeho* a *Murrayho* (2010), *Cralla* a *Newmana* (2011), *Gautreauho* a *Binnse* (2012).

Šorgo (2014) dodává, že pro zájemce, kteří by se rádi hlouběji seznámili s problematikou IBSE může posloužit také velké množství IBSE materiálů, běžně dostupných i v on-line verzi. Jako vhodný zdroj informací doporučuje také např. Web of Science, který má momentálně ve své databázi více než 1 700 článků týkajících se IBSE.

6.1 IBSE a výuka chemie na různých typech středních škol

IBSE je využitelná ve výuce chemie napříč všemi typy středních škol, kde je chemie součástí vzdělávacích plánů. V podstatě nezáleží ani tak na typu střední školy, jako spíše na samotné osobnosti učitele a jeho přístupu k výuce chemie, zdali je otevřený novým možnostem a inovacím, nebo je spíše věrný tradičnímu stylu v podobě transmisivní výuky.

Možnosti realizace IBSE na konkrétních středních školách se odvíjí rovněž od vybavenosti školy, co se týče chemické laboratoře, laboratorních pomůcek, chemikálií ad. Nedostatečná vybavenost školy je právě jedna z častých překážek IBSE, kterou uváděli učitelé v našem dotazníkovém šetření, tj. 46,5 % respondentů. Zatímco na středních školách, jako jsou gymnázia a střední odborné školy s chemicky zaměřenými obory, jsou více či méně kvalitně vybavené chemické laboratoře běžným standardem, tak na středních školách s humanitním zaměřením je často výuka chemie omezena na pouhé základy, tyto školy pak chemickými laboratořemi nedisponují mnohdy vůbec. Na těchto středních školách s minimální výukou chemie bývá chemie vyučována často jen v prvním ročníku, a to většinou ještě ve spojení s dalšími přírodními vědami v rámci předmětu s názvem Základy přírodních věd (ZPV). Možnosti realizace IBSE jsou tak logicky mizivé.

Omezená hodinová dotace chemie, předimenzovanost učiva a nedostatek hodin laboratorní výuky chemie jsou častým problémem řady gymnázií a středních škol s výukou chemie. Pro IBSE, která je náročná na přípravu i realizaci, tak mnohdy v klasické školní výuce není vůbec čas, což potvrzuje 67,4 % našich respondentů. Respondenti také uvedli, že překážkou při realizaci IBSE jsou i nedostatečné vstupní vědomosti, dovednosti žáků a nízká aktivita žáků a vůbec nezájem o IBSE. Řešením by tak mohla být realizace IBSE hodin chemie mimo běžný rámec školní výuky např. v podobě zájmového kroužku pro žáky s hlubším zájmem o chemii napříč různými třídami. Otázkou však je, kolik takových zájemců by se skutečně našlo, každopádně pro žáky, kteří mají do budoucna zájem o studium přírodovědně orientovaného oboru nebo

jsou třeba řešiteli chemické olympiády či SOČ, by takový kroužek jistě mohl být velkým přínosem.

Mnozí učitelé vidí velkou překážku při realizaci IBSE také v nedostatku či nedostupnosti podpůrných materiálů, což tvrdí 37,2 % respondentů. Navíc ne každý již dostupný IBSE materiál je univerzálně využitelný napříč všechny typy středních škol, téměř vždy je nutná adekvátní úprava pro konkrétní typ školy a žáky, dle jejich individuálních možností, s ohledem na jejich schopnosti, vědomosti a praktické dovednosti. Z toho všeho vyplývá, že IBSE s sebou jistě nese mnohem vyšší nároky na učitele a žáky než klasická výuka chemie, každopádně její zařazení může být bezesporu oživením hodin chemie na všech typech středních škol s výukou chemie, a ve výsledku tak může být velkým přínosem pro žáky i učitele samotné. V ideálním případě může skutečně vést ke zvýšení zájmu žáků o chemii, což potvrzují i četné výzkumy provedené u nás či v zahraničí - Nezvalová a kol. (2010), Mc-Kinnon a Renner (1971), Taylor a Bilbrey (2012), Schneider a Renner (1980), Miner, Levy a Century (2009).

6.2 Role chemických experimentů v rámci IBSE

Jsou to právě chemické pokusy, na kterých staví chemie jako věda, a které hrály a stále hrají stěžejní roli v jejím rozvoji, potažmo i ve výuce chemie, kde má experimentální činnost rovněž své pevné místo (Solárová, 2011).

Díky experimentální činnosti si žáci osvojují a rozvíjejí své instrumentální dovednosti. Mnohdy právě až prostřednictvím chemických pokusů dochází u žáků ke skutečnému poznání látek, jejich vlastností a reaktivity (Stuchlíková a Papáček, 2010). Experimentů lze využít jak při osvojování, tak při ověřování nových poznatků žáků (Dostál, 2013b).

Dostál (2013b, str. 8) tvrdí, že „experiment představuje jednu z možností, jak výuku transmissivního charakteru změnit na výuku, kde žáci budou sami poznání objevovat a učitel jim bude průvodcem na cestě poznání“. Trna (2011) se domnívá, že to jsou právě experimenty a další praktické činnosti, co hraje stěžejní roli v rámci IBSE. To potvrzuje také Doubrava (2014), který říká, že je žádoucí využívat experimentů, zároveň ale dodává, že se nejedná o striktní podmínku spojenou s realizací IBSE.

Dostál (2013b, str. 4) definuje školní experiment „jako činnost žáků nebo učitele, při které je aktivně a relativně samostatně poznávána studovaná skutečnost prostřednictvím ovlivňování podmínek a následného vyhodnocení průběhu nebo výsledku“.

Každý experiment by měl sestávat z těchto uvedených fází (Dostál, 2013b):

- přípravná,
- realizační,
- hodnotící.

Honzíková a Sojková (2014) uvádějí hlavní zásady pro realizaci školních experimentů:

- experiment je potřeba si před realizováním ve vyučování vyzkoušet tzv. „nanečisto“,
- učitel by měl žáky seznámit se zásadami bezpečnosti a potencionálními riziky při práci s používanými chemickými látkami, materiálem a pomůckami,
- zajištění maximální eliminace rušících elementů při realizace experimentu,
- na prvním místě je vždy bezpečnost žáků a učitele,
- při experimentální činnosti je nutné dodržovat pořádek,
- postupujeme od jednodušších ke složitějším experimentům,
- experimenty musí být přiměřené schopnostem žáků a musí být didakticky odůvodnitelné,
- experiment by měl odpovídat materiálnímu vybavení školy,
- důležitou roli hraje také kvalitní vizualizace experimentu (např. možnost využití projekční techniky).

Školní experimenty mají výchovně-vzdělávací funkci a představují jakési modely reálně v praxi prováděných experimentů. Do jisté míry tak skutečně reflektují metody vědeckého výzkumu, a tím tak plní základní pedagogické zásady - vědeckosti a spojení teorie s praxí. Od prosté demonstrace se liší tím, že v sobě nese poznávací náboj, který žákovi umožňuje přijít na nové vztahy a souvislosti (Dostál, 2013b). Správně provedený experiment stimuluje a podporuje u žáků vědecké myšlení, učí je odhadovat, předpokládat, měřit, kontrolovat a aplikovat poznatky do praxe. V neposlední řadě je vede také k tomu, aby dokázali správně komunikovat, diskutovat a interpretovat výsledky (Kožuchová, 2014).

Doubrava (2014) říká, že mnozí učitelé nejsou schopni rozlišit mezi badatelsky založenými pokusy a klasickými školními laboratorními pokusy. Rozdíl je přitom zřetelný, spočívá v cílech experimentální činnosti. Zatímco u IBSE je cílem experimentu potvrdit nebo vyvrátit hypotézu, tak v rámci klasických školních laboratoří je cílem právě samotné provedení daného experimentu, které připomíná vaření podle receptu. Trna (2011) se ostře staví proti tomuto klasickému provádění experimentů formou „vaření

podle receptu“. Dle něho je totiž mnohem důležitější, aby žáci chápali, co a jak dělají a především proč to dělají. Při badatelském experimentování jsou na žáky kladeny obvykle také mnohem vyšší nároky. V rámci nejvyššího stupně bádání by měl žák být schopen stanovit hypotézu a následně hledat způsoby, jak tuto hypotézu ověřit v praxi, nejlépe právě prostřednictvím experimentu, se kterým jdou ruku v ruce činnosti, jako je - pozorování, analýza údajů, hledání příčinných souvislostí pozorovaných jevů a odhalování zákonitostí.

Učitel by měl žákům během bádání a experimentování pomáhat orientovat se na podstatné aspekty zkoumaných jevů daného výzkumu. Měl by je také nabádat ke kladení si otázek souvisejících s pozorovanými jevy, které tak mohou být východiskem pro další výzkumné otázky (Trna, 2011).

Konkrétní příklady experimentálních úloh využitelných v IBSE na SŠ představují např. Petriláková a Zámečnicková (2014), s názvy *Sodíková trampolína* a *Frankensteinův koktejl* či Straka (1997) s názvem *Duha z rajčatové šťávy*.

6.3 IBSE s využitím počítačem podporovaného školního chemického experimentu

Zařazování experimentů s počítačovou podporou bývá dle Čipkové a Karolčíka (2015) pro žáky velmi atraktivní. Jedná se o moderní způsob laborování, prostřednictvím něhož lze dobře implementovat IBSE do experimentální výuky chemie. V tomto směru jsou však na školu kladeny zvýšené finanční nároky na vybavení, co se týče speciálních digitálních měřicích zařízení, senzorů a kvalitních počítačů se spouštěcími softwary. Mezi významné dodavatele těchto měřicích systémů a dalších doplňků, viz *Obr. 11*, patří např. společnosti *Vernier*, *Coach* či *Pasco* (Čipková a Karolčík, 2015; Rusek a Stárková, 2014).



Obr. 11: Balíček senzorů a pomůcek od společnosti Vernier

(http://kdf.mff.cuni.cz/lide/jermar/trojanovice_2010_bohm_jermar.htm)

7 PRAKTICKÁ ČÁST

Cíle praktické části se zaměřují na zjištění stavu výuky chemie na středních školách v kraji Vysočina ve vztahu k IBSE. Prvním z nich bylo zjistit, zda se kurikulární dokumenty středních škol - RVP a ŠVP (resp. ŠVP středních škol v kraji Vysočina) zabývají IBSE výukou chemie, příp. v jakých částech a do jaké hloubky je problematika IBSE v uvedených kurikulárních dokumentech řešena. Platné RVP byly staženy z webových stránek Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky. Analýze byly podrobeny RVP určené pro gymnázium a RVP SOŠ určené konkrétnímu oboru vzdělávání, tj. *Aplikované chemii*.

ŠVP byly staženy z webových stránek konkrétních škol, pokud je tedy škola na svých webových stránkách uváděla (tj. 21 škol z 58). K detailní analýze konkrétního obsahu ŠVP pak byly vybrány ŠVP těch škol, které byly tedy volně dostupné na webové stránce školy a zároveň obsahovaly aspoň několik prvků, ve kterých by bylo možné najít souvislost s výukou IBSE nebo alespoň některé z jejích principů.

Další cíl se týkal analýzy učebnic určených pro výuku chemie na středních školách v souvislosti s výskytem úloh obsahujících prvky badatelství. Nechybí také uvedení konkrétních příkladů úloh s badatelským nábojem, jež byly nalezeny v analyzovaných středoškolských učebnicích chemie. Pro analýzu byly přitom vybrány ty učebnice, které byly vůbec nejčastěji uváděny na webových stránkách středních škol v kraji Vysočina jako doporučená literatura ke studiu chemie.

Třetím cílem praktické části bylo zjišťování názorů středoškolských učitelů na aplikaci IBSE ve výuce chemie. Šlo o dotazníkové šetření, které zjišťovalo, jakou roli hraje IBSE ve výuce chemie na středních školách v kraji Vysočina, a jaké povědomí o ní mají tamní učitelé, jaké jsou jejich názory, postoje, příp. přímo jejich vlastní zkušenosti s její realizací.

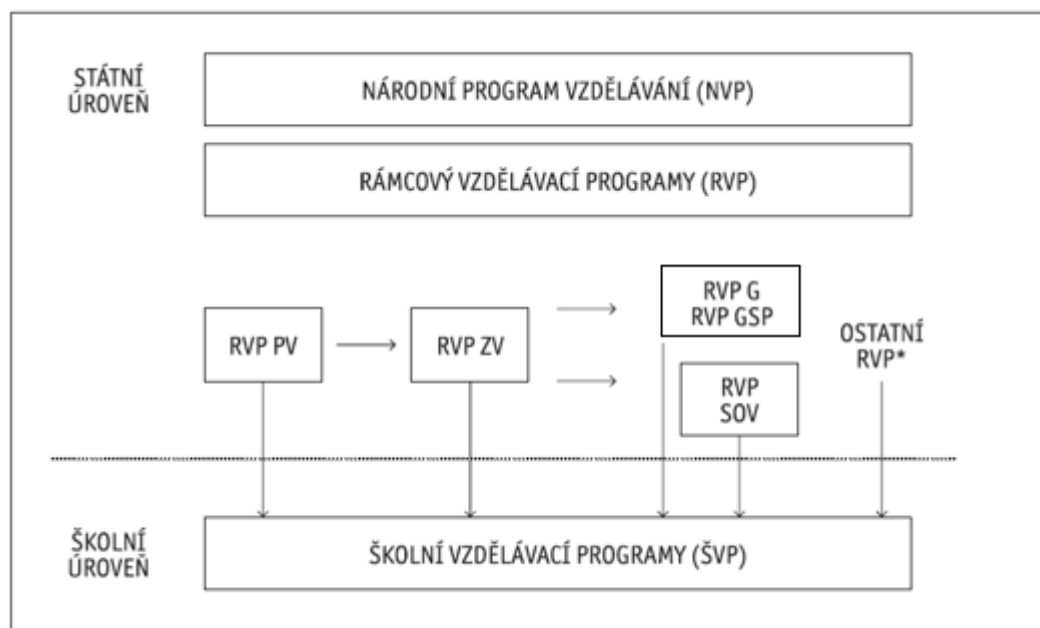
7.1 Prvky IBSE v kurikulárních dokumentech středních škol v kraji Vysočina

Kurikulární reforma vedla ke zvýšení autonomie škol, umožnila školám tak svobodnější rozhodování ohledně vzdělávacích cest, metod výuky, struktury a výběru vzdělávacího obsahu. Nově vzniklé kurikulární dokumenty – RVP (*Rámcové vzdělávací programy*) a ŠVP (*Školní vzdělávací programy*) byly zavedeny do praxe školským zákonem č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném

vzdělávání. Tento zákon byl v roce 2015 novelizován pod č. 82/2015. Systém kurikulárních dokumentů platných v České republice je znázorněn na níže uvedeném Obr. 12. Zmíněné dokumenty kladou velký důraz na osvojování si klíčových kompetencí, resp. souboru vědomostí, dovedností a postojů důležitých pro rozvoj jedince a jeho uplatnění ve společnosti (NÚV, 2015).

RVP vymezuje konkrétní cíle, formy, délku a povinný obsah vzdělávání, charakterizuje obor vzdělání (jeho organizační uspořádání, profesní profil, průběh, ukončení) a zásady pro tvorbu školních vzdělávacích programů (ŠVP). Stanovuje také podmínky pro vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami, podmínky materiální, personální, organizační, bezpečnosti a ochrany zdraví. Jejich tvorba je záležitostí Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky, které při jejich zpracování vychází z mnoha vědních disciplín, zejména pedagogiky a psychologie.

ŠVP vycházejí z RVP a vytváří si je samotná školská zařízení. Zákonnou povinností všech škol je každému zájemci umožnit nahlédnout do jimi vytvořených ŠVP. U většiny škol je možné ŠVP dohledat na webových stránkách dané školy (NÚV, 2015).



Obr. 12: Systém kurikulárních dokumentů v České republice (RVP G a GSP, 2007 in MŠMT ČR, 2016)

Nezvalová a kol. (2010) tvrdí, že kurikulární reforma a s ní související zavedení dvoustupňového kurikula přináší školám v podstatě neomezené možnosti, co se týče metod a postupů ve výuce. V dnešní době je velký důraz kladen zejména na ty, co mají

výrazný aktivizační efekt. Což je typické právě např. pro IBSE, která vede prostřednictvím rozličných specifických forem poznávání, jako jsou např. pozorování, experiment nebo měření, žáky k mnohem hlubšímu porozumění zákonitostem přírodních procesů.

Dostál (2015a) a Škoda a Doulík (2013) tvrdí, že prvky badatelství v kurikulárních dokumentech lze najít jako součást výchovně-vzdělávacích cílů, a to nejen ve vzdělávací oblasti *Člověk a příroda*, do které spadá chemie, ale v rámci všech vzdělávacích oblastí, které společně směřují k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí žáků (Řezníčková, 2014).

7.1.1 Analýza RVP pro gymnázia a RVP středních odborných škol

Explicitně IBSE v těchto školních dokumentech nenajdeme. Její implicitní vyjádření však najít lze, a to v rámci již výše zmíněných klíčových kompetencí žáků, viz Dostál (2015a), Škoda a Doulík (2013), Řezníčková (2014). Konkrétně v části RVP zabývající se vzdělávacím předmětem chemie ani v jiné další části nebyl nalezen žádný přímý odkaz na výuku IBSE. Autorkou zjištěné prvky badatelství se týkají tedy pouze klíčových kompetencí žáků a jsou v *Tab. 4* zvýrazněny tučně.

Tab. 4: Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí RVP pro gymnázia (zpracováno dle: RVP pro gymnázia, 2007 in MŠMT ČR, 2016).

| | |
|--|--|
| <i>Kompetence k učení</i> | Žák své učení a pracovní činnost si sám plánuje a organizuje. |
| | Žák hledá a rozvíjí účinné postupy ve svém učení. |
| | Žák kriticky přistupuje ke zdrojům informací, informace tvořivě zpracovává. |
| | Žák kriticky hodnotí pokrok při dosahování cílů. |
| <i>Kompetence k řešení problémů</i> | Žák rozpozná problém, objasní jeho podstatu, rozčlení ho na části. |
| | Žák vytváří hypotézy, navrhuje postupné kroky, zvažuje využití různých postupů při řešení problému nebo ověřování hypotézy. |
| | Žák uplatňuje při řešení problémů vhodné metody a dříve získané vědomosti . Využívá i myšlení tvořivé . |

| | |
|---|--|
| | <p>Žák kriticky interpretuje získané poznatky a zjištění a ověřuje je, pro své tvrzení nachází argumenty a důkazy, formuluje a obhajuje podložené závěry.</p> <p>Žák je otevřený k využití různých postupů při řešení problémů, nahlíží na problém z různých stran.</p> |
| Kompetence komunikativní | <p>Žák prezentuje vhodným způsobem svou práci i sám sebe.</p> <p>Žák věcně argumentuje.</p> |
| Kompetence sociální a personální | <p>Žák je schopen sebereflexe.</p> <p>Žák si stanovuje cíle.</p> <p>Žák aktivně a tvořivě podle svých schopností ovlivňuje životní a pracovní podmínky.</p> <p>Žák aktivně spolupracuje.</p> |
| Kompetence občanská | <p>Žák rozšiřuje své poznání.</p> <p>Žák k plnění svých povinností přistupuje zodpovědně a tvořivě.</p> |
| Kompetence k podnikavosti | <p>Žák je cílevědomý, zodpovědný.</p> <p>Žák rozvíjí svůj osobní i odborný potenciál.</p> <p>Žák uplatňuje proaktivní přístup, vlastní iniciativu a tvořivost, vítá a podporuje inovace.</p> <p>Žák kriticky vyhodnocuje informace.</p> <p>Žák usiluje o dosažení stanovených cílů, průběžně reviduje a kriticky hodnotí dosažené výsledky, koriguje další činnost s ohledem na stanovaný cíl; dokončuje zahájené aktivity, motivuje se k dosahování úspěchu.</p> <p>Žák posuzuje a kriticky hodnotí rizika.</p> |

Kompetence žáků jsou v RVP SOŠ na rozdíl od RVP G rozděleny do dvou oblastí → klíčové a odborné kompetence. Odborné kompetence se vztahují ke

konkrétnímu profesnímu profilu absolventa daného oboru vzdělávání. Výrazně se liší v mnoha ohledech, obor od oboru, lze je tak jen velmi těžko porovnávat. Pro srovnání RVP G a RVP SOŠ v souvislosti s odkazem IBSE na konkrétních příkladech klíčových kompetencí žáků slouží *Tab. 5*.

Tab. 5: Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí RVP SOŠ (na konkrétním případě RVP SOŠ určenému oboru vzdělávání *Aplikovaná chemie* (zpracováno dle: RVP SOŠ, 2007 in MŠMT ČR, 2016).

| | |
|---|--|
| <i>Kompetence k učení</i> | Žák umí efektivně vyhledávat a zpracovávat informace . |
| <i>Kompetence k řešení problémů</i> | Žák umí určit jádro problému, získat informace potřebné k řešení problému, navrhnout způsob řešení , popř. varianty řešení a zdůvodnit jej, vyhodnotit a ověřit správnost zvoleného postupu a dosažené výsledky. |
| | Žák umí využívat zkušeností a vědomostí nabytých dříve . |
| | Žák umí spolupracovat (týmové řešení). |
| <i>Komunikativní kompetence</i> | Žák umí formulovat a obhajovat své názory. |
| | Žák umí zpracovávat odborná témata, orientuje se v odborné terminologii . |
| <i>Personální a sociální kompetence</i> | Žák užívá kritického myšlení . |
| <i>Občanské kompetence a kulturní povědomí</i> | Žák jedná odpovědně a iniciativně . |
| <i>Matematická kompetence</i> | Žák umí nacházet vztahy mezi jevy a předměty při řešení praktických úloh. |
| <i>Kompetence využívat prostředky informačních a komunikačních technologií a pracovat s informacemi</i> | Žák umí kriticky hodnotit věrohodnost různých informačních zdrojů. |

Souhrn zjištěných prvků badatelství uvedených v RVP G a SOŠ, které dle autorky reflektují základní principy IBSE a s ní spojené požadavky na kompetentnost žáka jakožto na badatele:

Žák v roli badatele:

- ✓ samostatně plánuje, organizuje si činnost, zároveň je schopen efektivní spolupráce s ostatními žáky
- ✓ je aktivní, kreativní, tvůrčí a otevřený všemu novému
- ✓ je důsledný, cílevědomý, kriticky přistupuje k informacím
- ✓ dokáže analyzovat problém, vytvářet hypotézy, testovat je a posléze přijít s podloženým řešením/(i) problému a výsledky
- ✓ dokáže prezentovat výsledky a závěry své práce, dokáže je obhájit a případně věcně argumentovat
- ✓ využívá svých dosavadních vědomostí, myslí divergentně, inovativně, hledá alternativní řešení.

Ze srovnání klíčových kompetencí žáka uvedených v RVP G vs. SOŠ, v souvislosti s principy badatelství, je patrné, že na žáky gymnázií jsou kladeny vyšší nároky než na žáky SOŠ. Je to každopádně ovlivněno zaměřením školy – u převážné většiny žáků studujících na gymnáziích se již tradičně předpokládá pokračování ve studiu na VŠ, kde se se skutečnou vědou a bádáním reálně setkají. Osvojení si klíčových kompetencí, na kterých staví badatelství a věda vůbec, je pro zájemce o studium na vysoké škole tedy naprostou nezbytností, a zvláště pak u těch jedinců, kteří by se v budoucnu rádi věnovali vědecké dráze. Zatímco u žáků SOŠ se během jejich studia spíše klade důraz na konkrétní profesní přípravu daného žáka nežli na oblast vědecké sféry. O to více je zase pro ně důležité osvojení si klíčových - odborných kompetencí vztahujících se k jejich danému oboru (např. zdravotní asistent, kadeřnice, automechanik ad.).

7.1.2 Analýza ŠVP vybraných gymnázií a středních odborných škol v kraji Vysočina

V kraji Vysočina je celkem 53 středních škol, tj. 18 gymnázií a 40 středních odborných škol (z toho 5 SOŠ tvoří sloučená pracoviště s gymnázii). Hlubkově analyzováno bylo celkem 13 středních škol, z toho 8 gymnázií, 2 sloučená pracoviště (G + SOŠ) a 3 střední odborné školy. K této analýze byly vybrány školy, které měly své ŠVP zveřejněné na webu a byl v nich nalezen alespoň minimální náznak IBSE.

Analýza ukázala, že IBSE se ve zkoumaných ŠVP explicitně nevyskytuje, stejně jako tomu bylo v případě analýzy RVP. Prvky a vliv IBSE lze však přesto najít, zvláště v oddílu výchovných a vzdělávacích strategií škol opět v rámci klíčových kompetencí. Analýze a následnému srovnání byly podrobeny pouze (obecné) klíčové kompetence nikoliv profesně zaměřené - odborné kompetence, které lze najít ve ŠVP SOŠ. IBSE reflexi na konkrétních příkladech klíčových kompetencí, ukazuje **Tab. 6** (ukázka pochází ze ŠVP Gymnázia Jihlava).

Tab. 6: Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G (na konkrétním případě ŠVP G - Jihlava, 2014).

Gymnázium, Jihlava

| | |
|---|---|
| <i>Kompetence k učení</i> | ...práce s odbornými časopisy, literaturou,... |
| | Učitel zařazuje do vyučování práci s chybou,... |
| <i>Kompetence k řešení problémů</i> | Učitel vede žáky k využívání učiva z jiných předmětů,... |
| | Učitel podporuje žáky při hledání různých postupů řešení zadaných úloh. |
| | Učitel se snaží potlačovat frontální výuku aktivizujícími metodami. |
| | Učitel vyžaduje logické zdůvodnění chemických úloh. |
| | Žák volí vhodné a racionální způsoby řešení. Používá logické, matematické a empirické řešení. |
| | Žák kriticky myslí , je schopen obhájit své připomínky. |
| <i>Kompetence komunikativní</i> | Učitel vyžaduje po žácích věcnou argumentaci,... |
| | Učitel vede žáky k diskusi při řešení problémů. |
| <i>Kompetence sociální a personální</i> | Učitel využívá v hodinách skupinovou práci,... |
| | Učitel procvičuje s žáky vyjadřování vlastních stanovisek,... |

| | |
|----------------------------|---|
| | Učitel vyhledává a podporuje talenty pomocí školních nebo celostátních soutěží . |
| Kompetence pracovní | Učitel zařazuje práci s technikou a různými materiály – laboratorní cvičení ,... |
| | Učitel podporuje žáky, aby stanovili vlastní postup práce, kontrolu výsledků a výsledky sami zhodnotili . |
| | Učitel nabízí žákům takové aktivity, které podporují jejich schopnosti samostatně o něčem rozhodovat, plánovat, připravovat a realizovat nějaké aktivity . |
| | Při práci ve skupinách učitel vede žáky ke společnému hledání efektivního řešení problému. |

Další hloubkové analýzy ŠVP gymnázií a SOŠ v kraji Vysočina viz sekce *Přílohy: 7 - 18*.

Ze srovnání ŠVP konkrétních středních škol:

Prvky reflektující základní principy IBSE byly nalezeny v oddíle klíčových kompetencí v ŠVP všech vybraných gymnázií a SOŠ v kraji Vysočina, které byly podrobeny analýze. Ve své podstatě se v mnohém shodují s badatelskými prvky nalezenými v RVP, tj. ve schopnostech žáka plánovat, organizovat činnost, analyzovat, formulovat a ověřovat hypotézy, efektivně spolupracovat, ad.

Ze srovnání nejlépe vychází ŠVP gymnázia Jihlava viz *Tab. 7*. V jejich ŠVP (části klíčových kompetencí žáků) bylo nalezeno vůbec nejvíce prvků odkazujících k principům badatelství, na nichž staví IBSE. V jiných částech ŠVP nebyl nalezen žádný prvek, který by v sobě výrazně refleктоval principy IBSE.

Tab. 7 : Celkové srovnání počtu prvků reflektujících IBSE analyzovaných středních škol

| Analyzovaná škola | Počet IBSE prvků |
|----------------------------|-------------------------|
| Gymnázium, Jihlava | 17 |
| Gymnázium, Chotěboř | 15 |

| | |
|--|----|
| Gymnázium Nové Město na Moravě | 12 |
| Gymnázium, SOŠ a VOŠ Ledec nad Sázavou | 11 |
| Gymnázium Otokara Březiny a Střední odborná škola, Telč | 11 |
| Střední odborná škola sociální u Matky Boží Jihlava | 10 |
| Gymnázium Velké Meziříčí | 9 |
| Gymnázium, Havlíčkův Brod | 9 |
| FARMEKO, Jihlava | 9 |
| Gymnázium, Žďár nad Sázavou | 8 |
| Gymnázium Pelhřimov | 5 |
| Katolické gymnázium, Třebíč | 4 |
| Střední odborná škola a Střední odborné učiliště Třešť | 2 |

7.2 Prvky IBSE ve vybraných učebnicích využívaných na středních školách v kraji Vysočina

Při analýze učebnic autorka vycházela z nejčastěji využívané a běžně dostupné studijní literatury určené pro výuku chemie na gymnáziích a SOŠ. Odkaz IBSE byl hledán ve formulacích úloh a experimentální činnosti v rámci všech kapitol analyzovaných učebnic. Bílek a Machková (2015) se však shodují, že žádná formulovaná úloha sama o sobě ještě nedokáže vyvolat žákovo bádání. Záleží tak především na samotném učiteli, jak danou úlohu žákům prezentuje, resp. jestli bude jím prezentovaná úloha iniciovat bádání či nikoliv.

Badatelské úlohy by měly dle Bílka a Machkové (2015) především:

- ✓ podporovat žákovo bádání,
- ✓ mít vícero alternativních řešení, ke kterým žáci mohou dospět,
- ✓ stimulovat u žáků chuť spolupracovat a komunikovat s ostatními.

Učebnice chemie pro SOŠ

- **Chemie pro střední školy:** obecná, anorganická, organická, analytická, biochemie / Jiří Banýr, Pavel Beneš a kol. (SPN, 2001), ISBN: 80-85937-46-8.

Těžiště této učebnice spočívá v experimentální činnosti. Najdeme v ní mnoho demonstračních a žákovských pokusů, prostřednictvím kterých se žákům otvírá cesta k bádání samotnému. Učební texty jsou doplněny také velkým množstvím úloh, z nichž některé lze - přímo, či po úpravách využít v rámci IBSE výuky chemie.

Příklady konkrétních úloh badatelského charakteru:

- Jak urychlíte rozpouštění pevných látek ve vodě (např. cukru v čaji)? (str. 14)
- Proč je vhodnější osvěžující nápoje, ve kterých je rozpuštěn oxid uhličitý, před naléváním ochladit? (str. 14)
- Máte za úkol připravit ocet (8% roztok kyseliny octové) z ledové (100%) kyseliny octové o hmotnosti 12 g a destilované vody. Jak dané množství octa připravíte? (str. 14)
- Popište postup, kterým byste pro svoji laboratorní práci připravili roztok hydroxidu sodného o koncentraci $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. (str. 28)
- Porovnejte rychlost hoření svíčky za podmínek, které jsou ve Vaší třídě, s tím, kdyby hořela:
 - a) v poledne v oblasti zemského rovníku,
 - b) za teploty pod bodem mrazu,
 - c) v atmosféře čistého kyslíku.

Určete, zda v případě a), b), c) bude rychlost hoření větší, nebo menší než ve třídě, a svoje tvrzení zdůvodněte. (str. 35)

- Staří Římané si kovů vážili tak, že jim dokonce dávali jména svých bohů. „Kov Saturnův“ v podobě jakéhosi stromu můžeme získat zavěšením roubíku zinku do 5% roztoku dusičnanu olovnatého. „Strom Dianin“ připravíte vložением větší kapky rtuti do baňky s 2% roztokem dusičnanu stříbrného. Na základě svých vědomostí určete, který kov nazývali Římané Saturnovým a který Dianiným. (str. 44)
- Proved'te následující pokusy:

- a) Do vlhké země v květináči zasuňte vedle sebe měděný a zinkový plech. Ke kovům připojte citlivý voltmetr.
- b) Mezi hliníkovou a měděnou (mosaznou) minci vložte filtrační papír navlhčený roztokem dusičnanu draselného. K mincím připojte citlivý voltmetr.

Vysvětlete, proč v obou případech voltmetr dokazuje, že jste sestavili zdroj elektrického napětí. (str. 44)

- Jak by se měl odebrat vzorek k analýze:
 - a) kapalně směsi z nádoby, v níž se po čase usazuje na dně pevná látka,
 - b) pevné látky, která je částečně ve formě kusové, částečně ve formě prášku,
 - c) zahradní zeminy ze záhonu a prachu z okraje vozovky? (str. 131)

- **Chemie pro střední školy 1a, 1b** / Werner Eisner a kol., překlad: Bohumil Kratochvíl, Alexander Muck, Jiří Svoboda (Scientia, 1996, 1997, 1998), ISBN: 80-7183-043-7, 80-7183-107-7, 80-7183-051-8.

Chemie pro střední školy 2a, 2b / Wolfgang Amann a kol., překlad: Bohumil Kratochvíl, Vratislav Flemr, Jiří Svoboda (Scientia, 1998, 2000), ISBN: 80-7183-078-X, 80-7183-079-8.

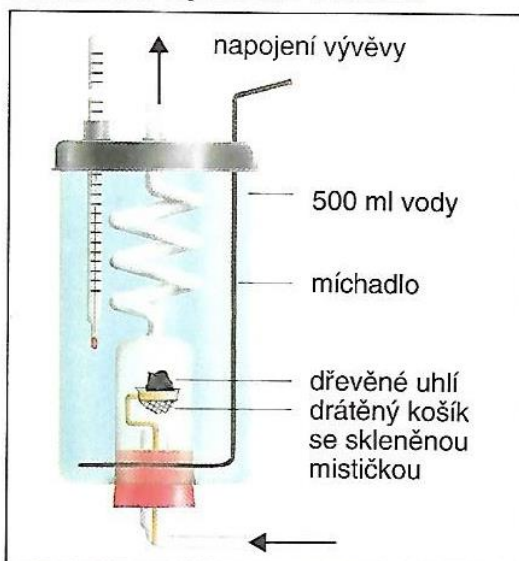
Nejvíce úloh a experimentů obsahujících prvky badatelství najdeme právě v těchto učebnicích, které jsou přeloženy z německých originálů - Elemente Chemie. Řešení mnoha úloh klade vysoké nároky na žáka, jeho vědomosti, schopnosti a dovednosti.

Příklady konkrétních úloh badatelského charakteru:

- Máte rozdělit směs práškového uhlí a kuchyňské soli. Naplánujte provedení pokusu. (1a/str.25)
- Jak můžeme experimentálně ověřit, že se při korozi železa spotřebovává kyslík? (1a/str.50).
- Jak lze dokázat oxid uhličitý? (1a/str. 51)
- Vymyslete pokus, kterým by bylo možné určit nejteplejší místo plamene svíčky. (1a/str. 54)
- Uvažte, jak lze dokázat vodu vzniklou při hoření benzínu. (1a/str. 70)

- Nakreslete aparaturu, kterou je možné zachytit plyn vznikající při reakci hořčíku s vodou. (1a/str. 71)
- Jak lze experimentálně stanovit poměr hmotností prvků zúčastněných při spalování síry? Navrhněte vhodnou aparaturu a popište provedení pokusu. (1a/str. 92)
- Vysvětlete funkci aparatury na obr. 92.2. Popište provedení pokusu. (1a/ str. 92)

Obr. 92.2 Aparatura pro stanovení slučovacího tepla oxidu uhličitého



- Rozmyslete si, jakým způsobem se dá stanovit molární hmotnost ethanolu. Naplánujte a vysvětlete způsob stanovení. (1b/str. 125)
- Jak se dá experimentálně prokázat, zda před sebou máme roztok glukosy nebo sacharózy? (1b/str. 134)
- Zkuste, zda různé potraviny (brambory, mouka, fazole, atd.) obsahují škrob. (1b/str. 135)
- Jak vysvětlíte, že podstatou kostry rostlin je celulóza a nikoliv škrob? (1b/str. 135)
- Jak je možné rozdělit směs chloridu stříbrného a bromidu stříbrného? (2a/str. 152)
- Navrhněte možné vysvětlení pro experimentální zjištění, že mnohé nukleofilní substituce dobře probíhají v hydrofilních rozpouštědlech. (2b/str. 40)
- Do zkumavky naplněné do jedné třetiny demineralizovanou vodou přidejte trochu kyseliny benzoové. Vytvoří se usazenina. Přídavkem roztoku hydroxidu sodného usazenina zmizí a vznikne čirý roztok. Vyložte toto pozorování. Co by

se dalo očekávat po přidavku kyseliny chlorovodíkové k tomuto roztoku? (2b/str. 54)

- Naplňte jeden květináč polní nebo zahradní zeminou, druhý pak písčitou půdou. Oba květináče přelijte 100 ml 0,4% roztoku chloridu železitého. K vyteklé kapalině přidejte 2 až 3 kapky 10% roztoku rhodanidu draselného pro důkaz přítomnosti iontů Fe^{3+} . Dále pak promývejte 100 ml vody a filtrát vyzkoušejte znovu na přítomnost železitých iontů. Potom na oba vzorky půdy nalijte roztok kyseliny chlorovodíkové o $\text{pH} = 3$ a ve filtrátu dokazujte opět přítomnost železitých iontů. Vysvětlete získané výsledky ve vztahu k půdnímu typu a dále popište výměnné pochody iontů (kyselý déšť, mobilizace minerálních solí kořeny rostlin). (2b/str. 132)

Učebnice chemie pro gymnázia

- **Chemie pro čtyřletá gymnázia 1, 2, 3** / Aleš Mareček, Jaroslav Honza (Olomouc, 1998, 2000), ISBN: 80-7182-055-5, 80-7182-056-3, 80-7182-057-1.

Tuto učebnici využívá jako studijní materiál celá řada gymnázií i SOŠ. Její obsahově velice podrobné učební texty jsou doplněny o řadu řešených a neřešených otázek a úkolů z různých oblastí chemie. Odkaz zjevně reflektující IBSE však nebyl v této učebnici zjištěn.

- **Chemie (obecná a anorganická) I pro gymnázia** / Vratislav Flemnř, Bohuslav Dušek (SPN, 2001), ISBN: 80-7235-147-8.

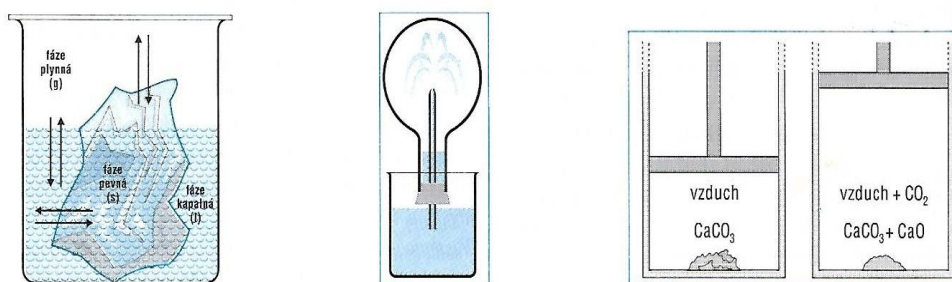
Chemie (organická a biochemie) II pro gymnázia / Karel Kolář, Milan Kodíček, Jiří Pospíšil (SPN, 1997), ISBN: 80-85937-49-2.

Učební texty každé kapitoly jsou sice plné kontrolních otázek a úloh, avšak pouze v minimu z nich lze najít skutečně zjevný prvek reflektující badatelství.

Příklady konkrétních úloh badatelského charakteru:

- Obrázky naznačují různé typy soustav látek. Pokud soustava může vyměňovat s okolím látky i energii (nejčastěji teplo), jde o soustavu *otevřenou*. Může-li soustava s okolím vyměňovat pouze energii (teplo), je to soustava *uzavřená*.

Nemůže-li dojít k výměně látek ani tepla s okolím, soustava se nazývá *izolovaná*. Které děje obrázky znázorňují? Pokuste se k nim přiřadit názvy soustav. Který typ soustavy je při pokusech ve škole nejčastější? (I/str. 40)



- Jak dokážete přítomnost Ca, Sr a Ba ve zkoumaném vzorku? (I/str. 90)
- Ke vzniku pevné látky, kterou lze pak zvážit, nemusí vést jen chemická reakce, ale i elektrochemické vylučování (např. mědi z roztoku měďnaté soli na platinové elektrodě při napětí asi 2,5 V). Načrtněte uspořádání pokusu, označte potřebné látky a elektrody. (I/str. 100)
- Navrhněte syntézu acetonu z propenu, napište rovnice. (II/str. 39)
- Rozhodněte, jak je možné jednoduchým způsobem zjistit, zda látka souhrnného vzorce C_3H_6O je propanal nebo propanon? (II/str. 39)
- Jakým způsobem je možné připravit kyselinu octovou z ethanolu nebo acetaldehydu? (II/str. 41)
- Navrhněte produkty, které mohou vznikat při krakování pentanu. (II/str. 59)
- Mezi azobarviva patří acidobazické indikátory – methylová oranž a methylová červeň. Navrhněte postup přípravy methylové oranže. (II/str. 63)

Ze srovnání výše analyzovaných učebnic středoškolské chemie na základě výskytu prvků typických pro IBSE nejlépe vychází **Chemie pro střední školy 1a, 1b** / Werner Eisner a kol., překlad: Bohumil Kratochvíl, Alexander Muck, Jiří Svoboda (Scientia, 1996, 1997, 1998), ISBN: 80-7183-043-7, 80-7183-107-7, 80-7183-051-8 a **Chemie pro střední školy 2a, 2b** / Wolfgang Amann a kol., překlad: Bohumil Kratochvíl, Vratislav Flemr, Jiří Svoboda (Scientia, 1998, 2000), ISBN: 80-7183-078-X, 80-7183-079-8. Z těchto učebnic tak mohou učitelé čerpat řadu inspirací s nábojem badatelství - v podobě různých otázek, úloh a námětů na experimenty do vlastních badatelských hodin výuky chemie.

7.3 Zjišťování názorů učitelů chemie na aplikaci IBSE na středních školách v kraji Vysočina

7.3.1 Design výzkumného šetření

Cílem výzkumného šetření bylo zjistit, jakou roli hraje IBSE ve výuce chemie na středních školách v kraji Vysočina, a jaké povědomí o ní mají tamní učitelé, jaké jsou jejich názory, postoje, či přímo jejich vlastní zkušenosti s její realizací.

7.3.2 Výzkumný nástroj

K zjišťování názorů učitelů chemie byl využit dotazník. V úvodní části mapuje obecnou charakteristiku učitelů, dále jen respondentů - jejich pohlaví, délku pedagogické praxe, vyučované předměty ad. První část dotazníku se zabývá jejich konkrétní výukou a skrytě hledá prvky a vliv IBSE, a to jak v jejich hodinách chemie základního typu, tak v hodinách laboratorního cvičení, pokud tedy na dané škole probíhají. Konkrétně se pak tato část zabývá vyučovacími metodami, zvláště pak těmi aktivizujícími, demonstrační experimentální činností, organizačními formami výuky, laboratorními cvičeními, chemickou činností žáků nad rámec běžné výuky chemie (např. chemická olympiáda, SOČ) a spoluprací školy s výzkumnými, vývojovými či provozními institucemi orientovanými na oblast chemie. Další část se již zabývá IBSE výukou. Tato část zjišťuje, jestli škola disponuje specializovaným badatelským centrem, jaké mají respondenti povědomí o IBSE, dále jejich názory, postoje a překážky bránící jim v její případné realizaci. Poslední část se zaměřuje konkrétně na ty učitele, kteří již mají vlastní zkušenost s realizací IBSE ve výuce chemie. Zkoumá četnost a typ hodin, do kterých zařazují IBSE, také fáze hodiny, ve kterých ji konkrétně využívají. V neposlední řadě pak zjišťuje, jak se jim IBSE osvědčila ve výuce chemie. Závěrem v rámci otevřené otázky mohli respondenti shrnout své postřehy vztahující se k IBSE, jež by rádi ještě dodali, a které v dotazníku nebyly řešeny.

7.3.3 Výzkumný vzorek

Výzkum probíhal na 53 středních školách v kraji Vysočina během měsíců dubna a května roku 2016. Osloveno bylo mailem, telefonicky či osobně celkem 96 učitelů chemie, vyplněním dotazníku přispělo celkem 43 z nich, návratnost dotazníků tak činila 45 %. Kontakty na učitele byly dohledávány na webových stránkách daných škol.

Konkrétní popis výzkumného vzorku přináší vyhodnocení části dotazníku s názvem „Charakteristika respondentů“ uvedená v následující kapitole.

7.3.4 Tvorba dotazníku pro výzkumné šetření a zpracování jeho výsledků

Dotazníkové šetření bylo realizováno formou anonymních e-dotazníků, vytvořených pomocí webové aplikace *Google Formuláře*. Otázky v něm obsažené lze rozdělit do těchto částí: úvodní, konkrétní výuka chemie respondentů, IBSE část, otázky určené pro učitele se zkušeností s realizací IBSE ve výuce chemie. Dotazníky následně byly e-mailem rozeslány jednotlivým učitelům chemie na středních školách v kraji Vysočina. Výsledky výzkumu ve formě grafů a tabulek byly zpracovány prostřednictvím programu Microsoft Office Excel a Word.

7.3.5 Vyhodnocení dat z dotazníkového šetření

Charakteristika respondentů

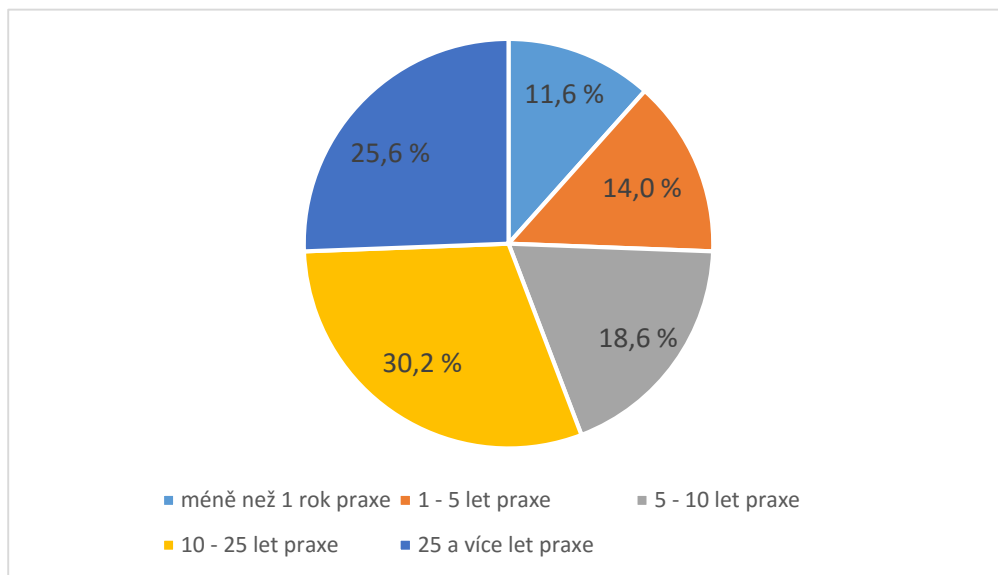
V úvodní části dotazníku byla zjišťována základní charakteristika a skladba respondentů, tj. pohlaví, na jakém typu střední škole působí, délka jejich pedagogické praxe a vyučované předměty.

Z celkového počtu čtyřiceti tří respondentů se účastnilo výzkumu jedenáct mužů (25,6 %) a třicet dva žen (74,4 %), což potvrzuje v poslední době poměrně diskutovaný jev, kterým je vysoká míra feminizace v českém školství.

Tab. 8: Pohlaví respondentů

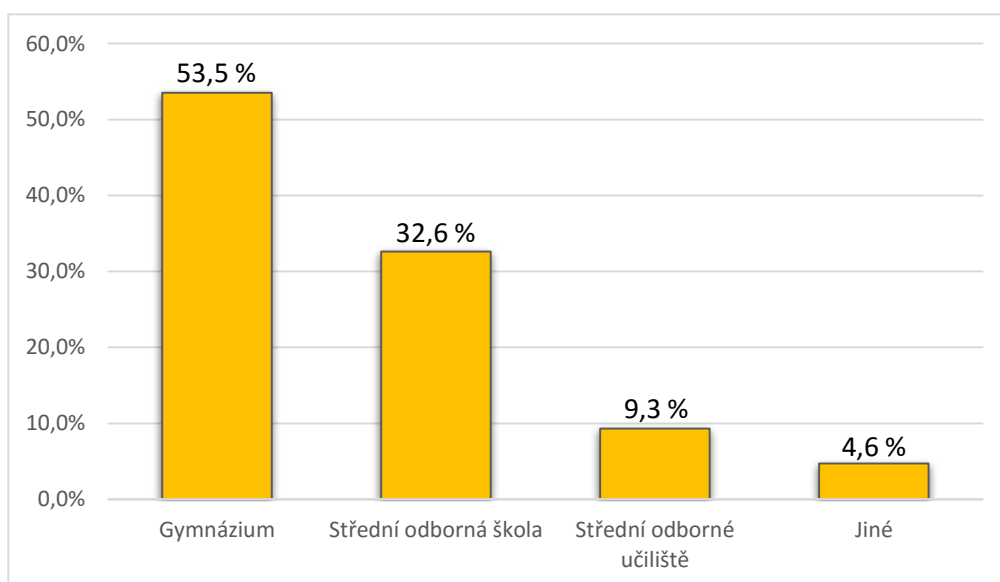
| Pohlaví | % zastoupení |
|---------|--------------|
| Žena | 74,4 % |
| Muž | 25,6 % |

Délka pedagogické praxe více než poloviny respondentů, tj. dvacet čtyři respondentů (55,8 %) je více než 10 let, lze je tak již pokládat za zkušené učitele (Průcha, 2009).



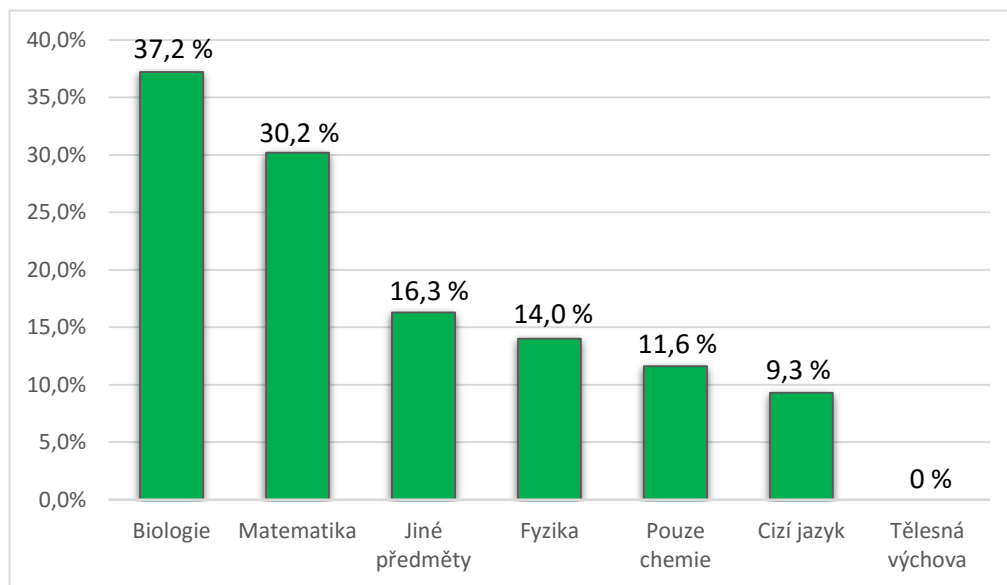
Obr. 13: Graf ukazující délku pedagogické praxe respondentů

Z celkového počtu respondentů jich dvacet tři působí na gymnáziích (53,5 %), čtrnáct na středních odborných školách (32,6 %), čtyři na středních odborných učilištích (9,3 %) a ze zbylých dvou respondentů (4,6 %) jeden učí na technickém lyceu a druhý respondent uvedl, že učí na vícero středních školách.



Obr. 14: Působnost respondentů na konkrétních typech SŠ

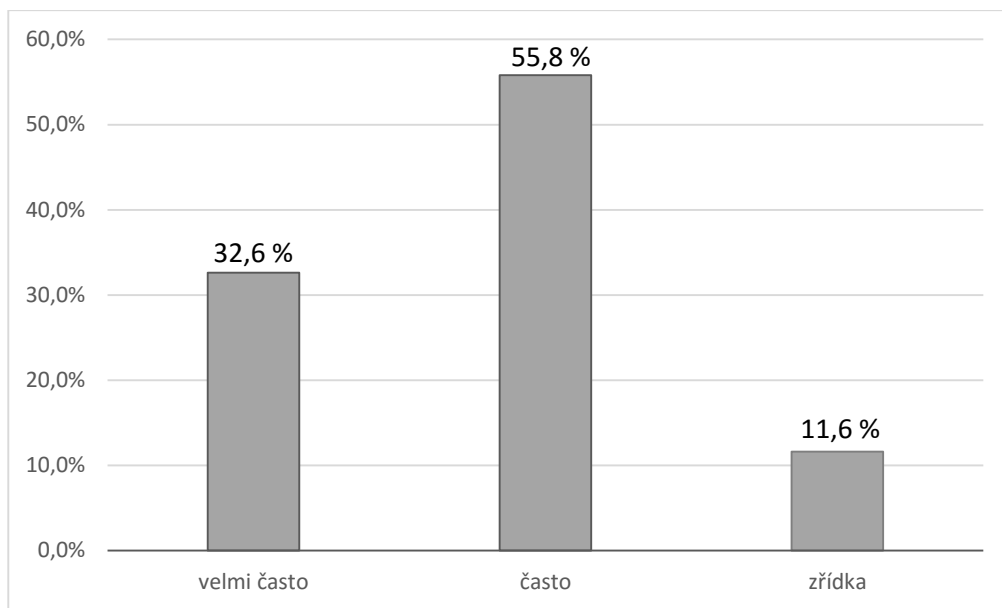
Celkem šestnáct učitelů uvedlo, že jejich dalším vyučovacím předmětem je biologie (37,2 %), v těsném závěsu za ní je matematika - třináct respondentů (30,2 %). Na třetím místě se pak umísťují ostatní předměty, např. - ICT, laboratorní technika, monitoring životního prostředí, ekologie, genetika, radiologie, biochemie fyzika - celkem šest respondentů (16,3 %). Na čtvrtém místě skončila fyzika – šest respondentů (14 %). Pět respondentů (11,6 %) uvedlo, že učí pouze chemii. Zbylí čtyři respondenti (9,3 %) učí cizí jazyk.



Obr. 15: Další předměty vyučované respondenty

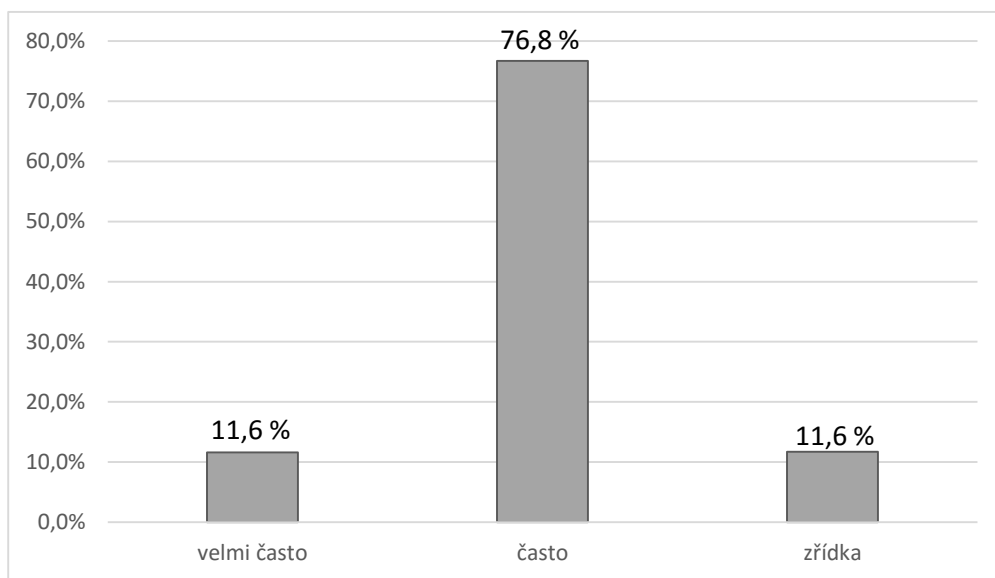
Výuka hodin chemie základního typu

Další dotaz směřoval k metodám, které respondenti využívají v rámci výuky chemie základního typu. Konkrétně pak k četnosti těchto vyučovacích metod: *monologické metody* (přednáška, výklad, ap.), *dialogické metody* (rozhovor, diskuse ap.), *metody práce s textem* (učebnice, kniha, internet ap.), *názorně-demonstrační metody* (předvádění, pozorování předmětů, jevů, modelů, pokusů, práce s obrazem - ilustrace, grafy, video, instruktáž – návod ap.) a *dovednostně-praktické metody* (nácvik pracovních dovedností, žákovské laborování ap.). Z odpovědí respondentů vyplynulo, že **monologických metod** velmi často využívá čtrnáct respondentů (32,6 %) a často dvacet čtyři respondentů (55,8 %), přičemž zbytek, tj. pět respondentů (11,6 %) uvedlo, že je využívá jen zřídka.



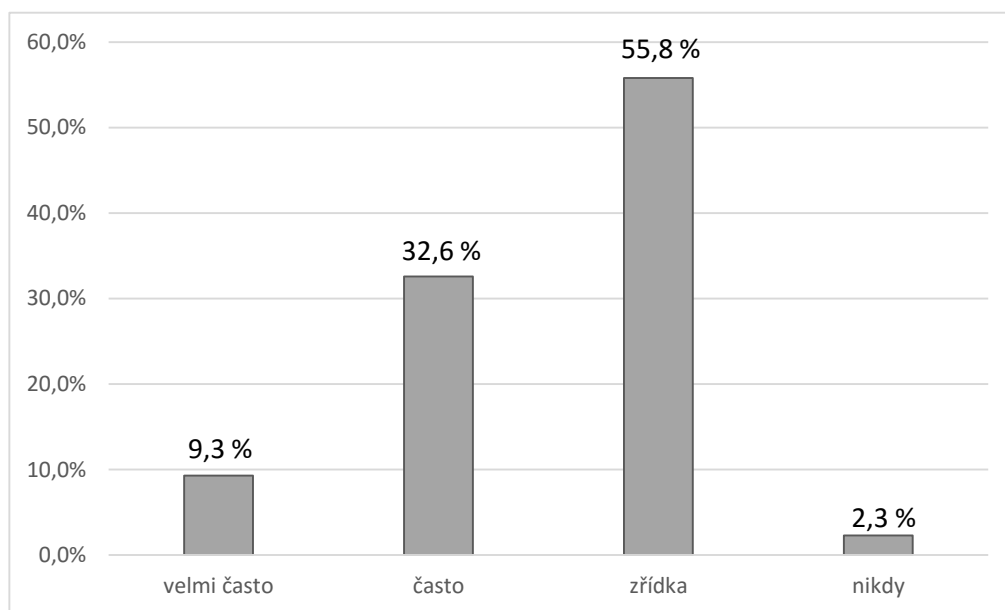
Obr. 16: Četnost využívání monologických metod ve výuce chemie

Velké oblibě se těší též *dialogické metody*, které sice velmi často využívá pouhých pět respondentů (11,6 %), často je však využívá třicet tři respondentů (76,8 %), zřídka kdy pak zbylých pět respondentů (11,6 %).



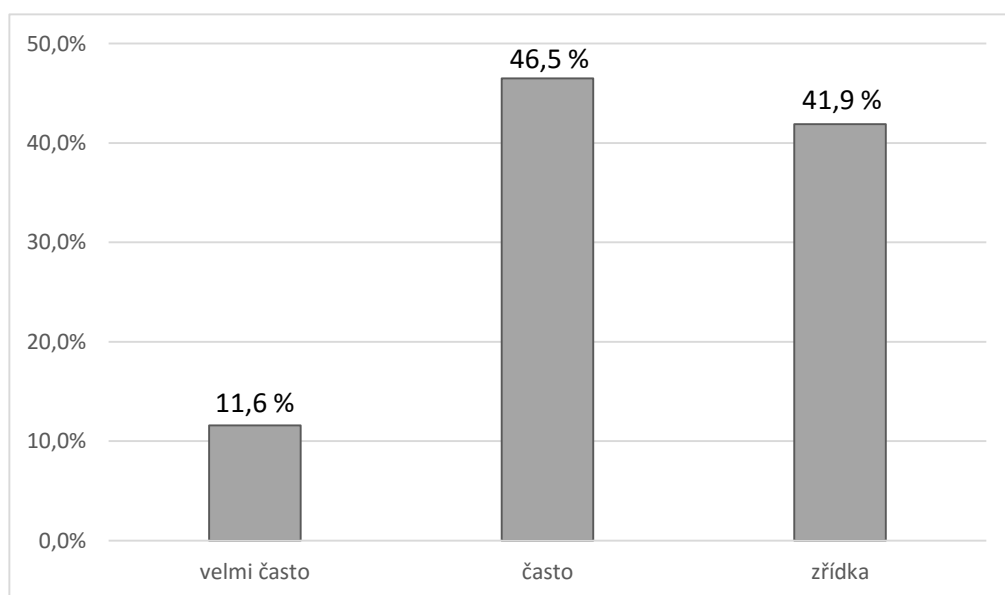
Obr. 17: Četnost využívání dialogických metod ve výuce chemie

Metody práce s textem využívá většina respondentů – dvacet čtyři z nich (55,8 %) jen zřídka kdy, často čtrnáct respondentů (32,6 %). Velmi často jich využívají pouze čtyři respondenti (9,3 %), nikdy pouze jeden respondent (2,3 %).



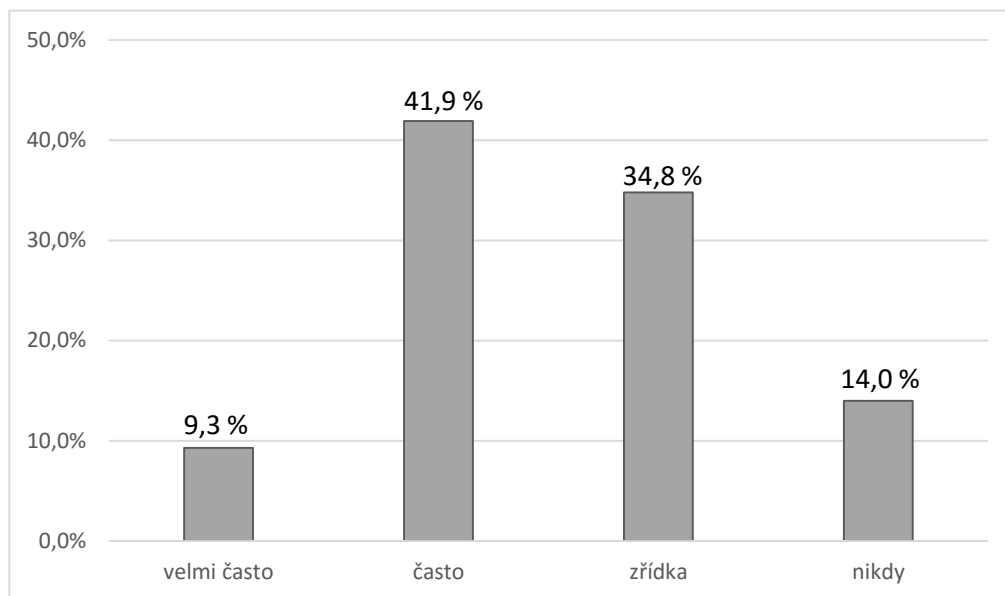
Obr. 18: Četnost využívání metod práce s textem ve výuce chemie

Názorně-demonstračních metod hrajících v chemii velmi důležitou roli využívá často dvacet respondentů (46,5 %), velmi často pět respondentů (11,6 %), zřídka kdy osmnáct respondentů (41,9 %), pozitivním zjištěním je, že žádný respondent nevedl, že by jich nikdy nevyužíval.



Obr. 19: Četnost využívání názorně-demonstračních metod ve výuce chemie

O něco horší je to s *metodami dovednostně-praktickými*, které mívají často vůbec největší badatelský potenciál. U této otázky uvedlo šest respondentů (14 %), že jich nevyužívá vůbec, což je pravděpodobně způsobeno tím, že na některých odborných školách či učilištích nejsou chemická laboratorní cvičení vůbec zařazená do vzdělávacích plánů. Velmi často jich využívají pouze čtyři respondenti (9,3 %), často osmnáct respondentů (41,9 %) a zřídka patnáct respondentů (34,8 %), položku „nikdy“ zvolilo zbylých šest respondentů (14 %), jak je uvedeno výše.

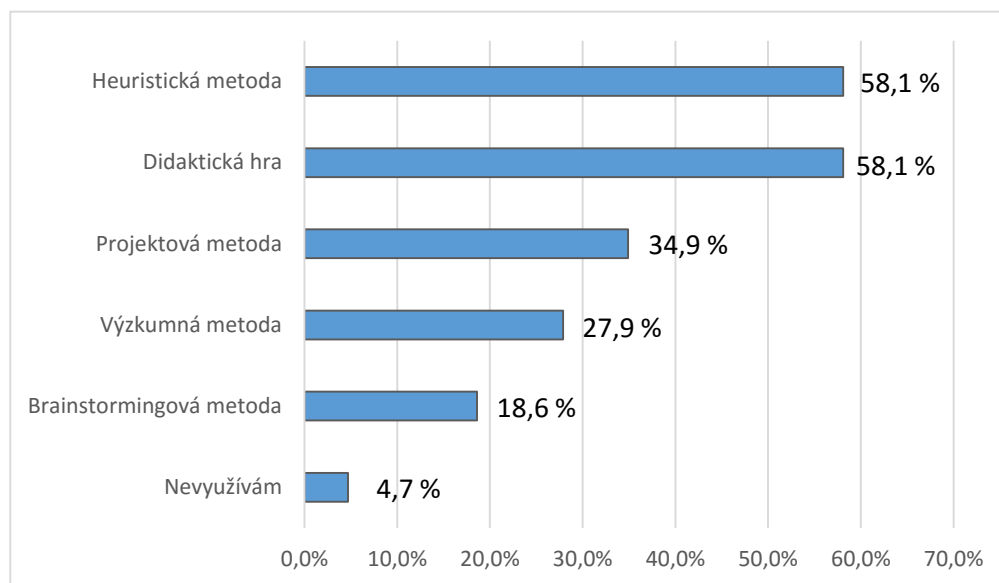


Obr. 20: Četnost využívání metod dovednostně-praktických ve výuce chemie

V další polo-uzavřené otázce respondenti měli uvést, kterých aktivizačních metod ve výuce chemie základního typu využívají. K usnadnění při výběru jim posloužil přehled těch vůbec nejčastějších aktivizačních metod, tj. *projektová metoda* – tvorba projektů, *heuristická metoda* – řešení problémových úloh, otázek, situací, *didaktická hra* – křížovky, doplňovačky, kvízy, *brainstormingová metoda* – „burza nápadů“, komunikační kooperativní metoda generující nápady.

Pozitivním a docela překvapivým zjištěním je, že ve své výuce využívá heuristických metod celkem dvacet pět respondentů (58,1 %). Stejně oblíbené se těší didaktické hry – dvacet pět respondentů (58,1 %). Projektové metody realizuje ve výuce chemie patnáct respondentů (34,9 %), výzkumné metody dvanáct respondentů (27,9 %), brainstorming osm respondentů (18,6 %). Minimum respondentů – dva (4,7 %) jich nevyužívá vůbec.

Žádný z respondentů nevedl jiné aktivizační metody, kterých by využíval, a které by nebyly součástí výše uvedeného přehledu aktivizačních výukových metod.

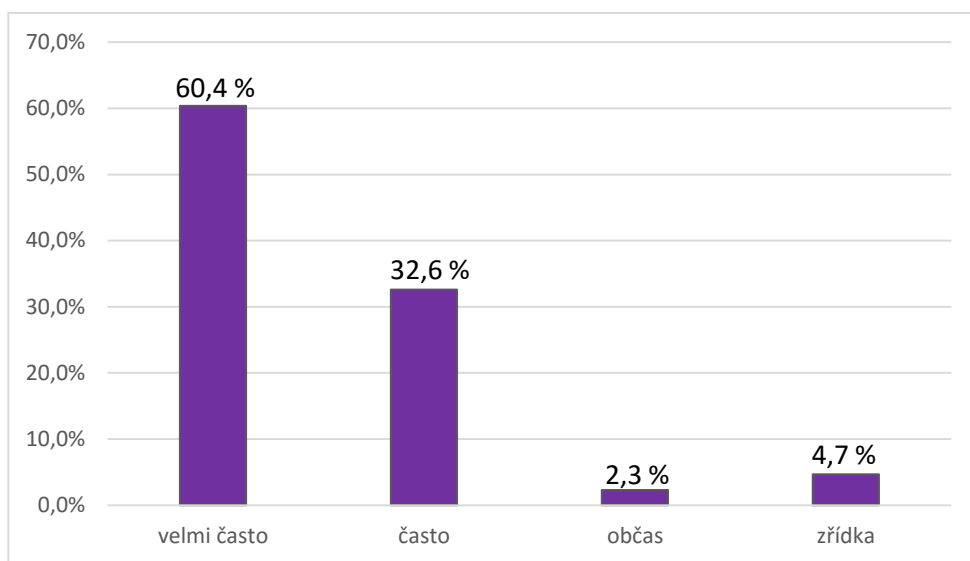


Obr. 21: Četnost využívání aktivizačních metod ve výuce chemie

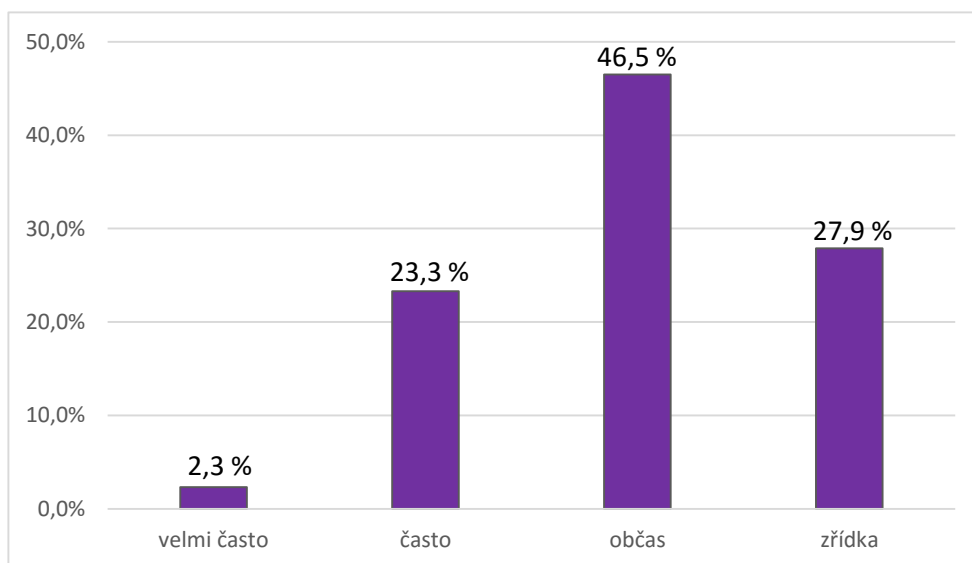
U demonstrační experimentální činnosti bylo zjišťováno, jaké demonstrační pokusy učitelé nejčastěji realizují ve výuce chemie základního typu, vzhledem k fázím výukového procesu. Respondenti přitom volili z následujících demonstračních pokusů: *motivační* – např. využívání efektních pokusů, *expoziční* – demonstrační pokus při prezentaci učiva, *fixační* – demonstrační pokus při opakování, procvičování učiva, *diagnostické* – demonstrační pokus při ověřování vědomostí žáků, *aplikační* – demonstrační pokus při používání již osvojeného učiva, např. před zahájením laboratorních cvičení.

Výsledky ukázaly, že převažují pokusy motivačního charakteru, kterých využívá dokonce třicet dva respondentů (74,4 %), na druhém místě jsou pokusy expozičního charakteru – dvacet devět respondentů (67,4 %). Méně využívané jsou pokusy v rámci fixační fáze výuky, kterých využívá patnáct respondentů (34,9 %) a v aplikační fázi výuky – deset respondentů (23,3 %). Nejméně učitelů využívá demonstračních pokusů v diagnostické výukové fázi – čtyři respondenti (9,3 %).

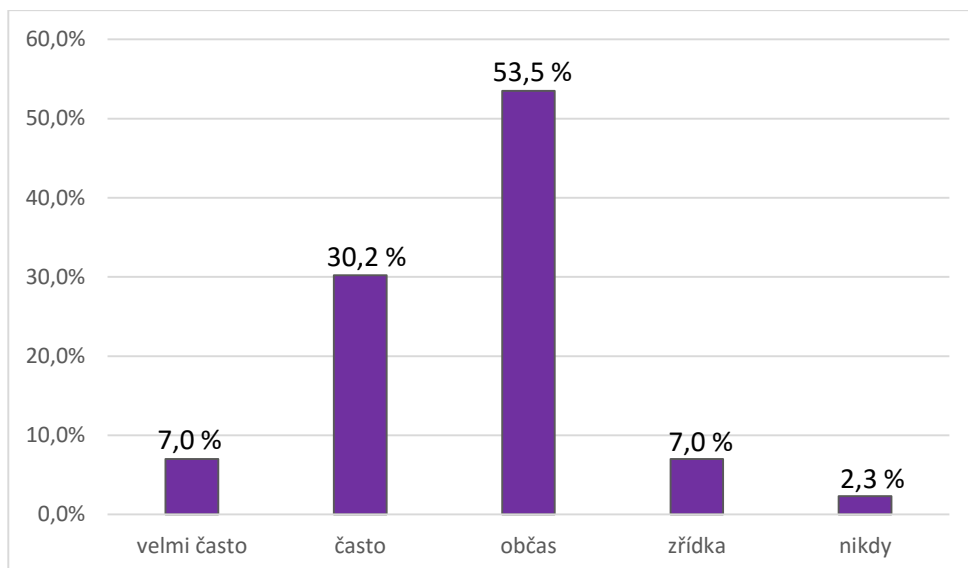
Z pohledu organizačních forem ve výuce v hodinách chemie základního typu z odpovědí respondentů vyplývá, že stále ještě dominuje tradiční organizační forma výuky, tj. hromadná (frontální) forma výuky. Velmi často jí využívá dvacet šest respondentů (60,4 %) a často čtrnáct respondentů (32,6 %). Oblíbená je také forma skupinové (kooperativní) výuky, kterou často využívá deset respondentů (23,3 %) a občas dvacet respondentů (46,5 %) a zřídka dvanáct respondentů (27,9 %). Samostatné práce pak využívá často třináct respondentů (30,2 %) a občas dvacet tři respondentů (53,5 %).



Obr. 22: Hromadná (frontální) forma výuky chemie



Obr. 23: Skupinová (kooperativní) forma výuky chemie

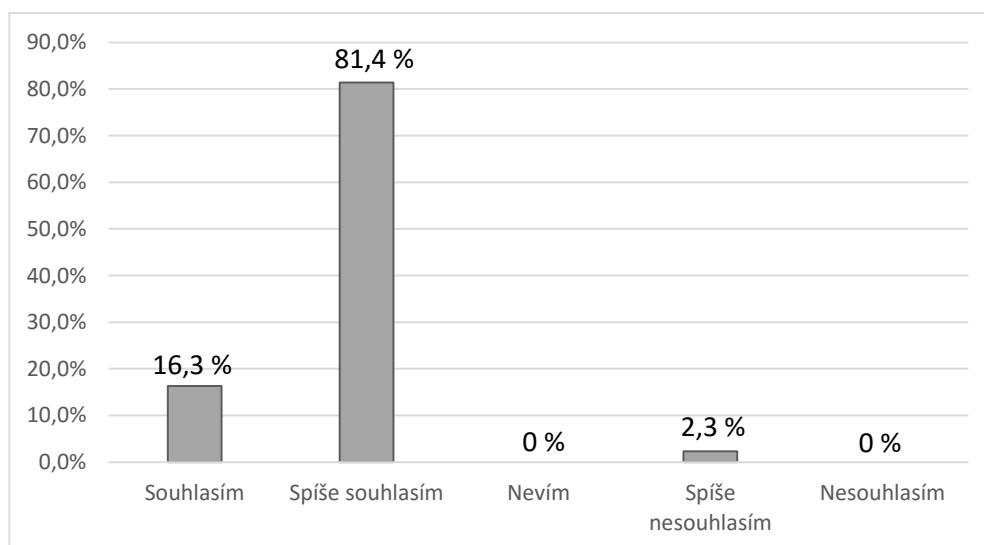


Obr. 24: Samostatná práce žáků v hodinách výuky chemie

Stěžejní částí dotazníku odhalující skutečný průběh hodin výuky chemie je otázka, ve které respondenti měli za úkol uvést, do jaké míry souhlasí (*souhlasím, spíše souhlasím, nevím, spíše nesouhlasím, nesouhlasím*) s následujícími výroky:

- ***Veškerá činnost žáků v hodině je plně organizována a řízena učitelem***

S tímto výrokem plně souhlasilo sedm respondentů (16,3 %), spíše souhlasila naprostá většina, tj. třicet pět respondentů (81,4 %), pouze jeden respondent (2,3 %) spíše nesouhlasil. Z odpovědí respondentů vyplývá, že míra vedení žáka učitelem je vysoká, což tak odporuje principům vyšší badatelské úrovně, kde svoji činnost řídí převážně žák sám a učitel je pouze jeho průvodcem na cestě za poznáním.



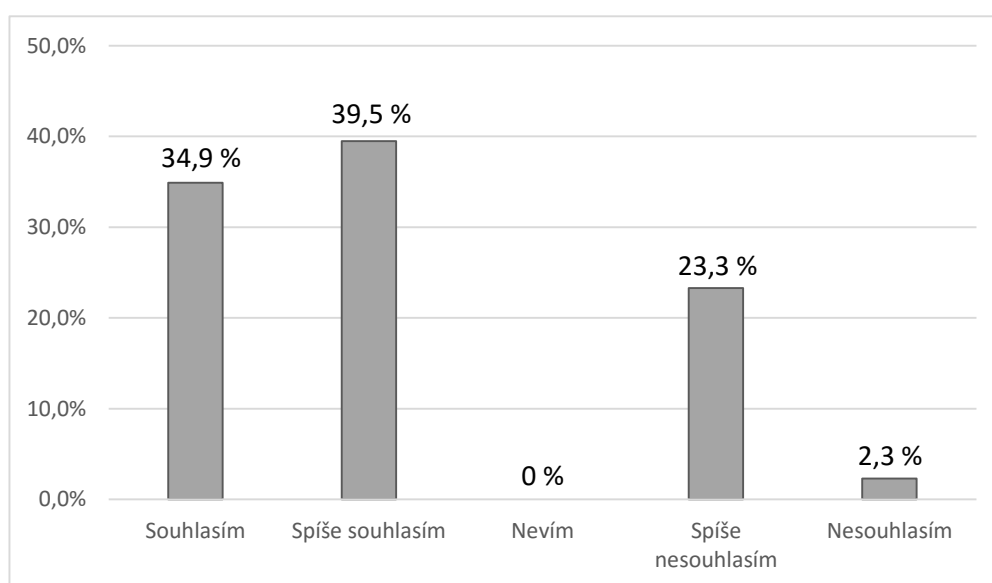
Obr. 25: Míra souhlasu / nesouhlasu respondentů s výrokem:

„Veškerá činnost žáků v hodině je plně organizována a řízena učitelem.“

- **Žáci často kladou otázky**

S tímto výrokem souhlasila naprostá většina respondentů, tj. patnáct respondentů (34,9 %) souhlasilo a sedmnáct respondentů (39,5 %) spíše souhlasilo. Proti bylo zbylých jedenáct respondentů, z nichž deset (23,3 %) spíše nesouhlasilo a jeden respondent (2,3 %) nesouhlasil.

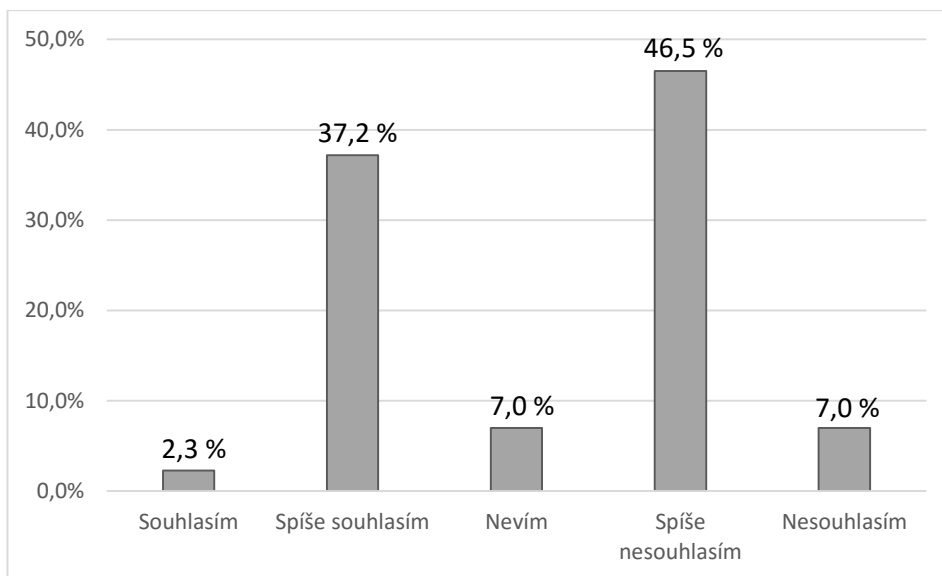
To, že žáci aktivně kladou otázky je rozhodně pozitivním zjištěním, neboť svými otázkami dokazují, že mají o danou problematiku skutečný zájem a opravdu tak o ní přemýšlejí. Kladení otázek patří bezesporu k důležitým badatelským postupům, prostřednictvím kterých se žák snaží aktivně dopátrat nových poznatků.



Obr. 26: Míra souhlasu / nesouhlasu respondentů s výrokem:
„Žáci často kladou otázky.“

- **Žáci jsou schopni formulovat věcné hypotézy**

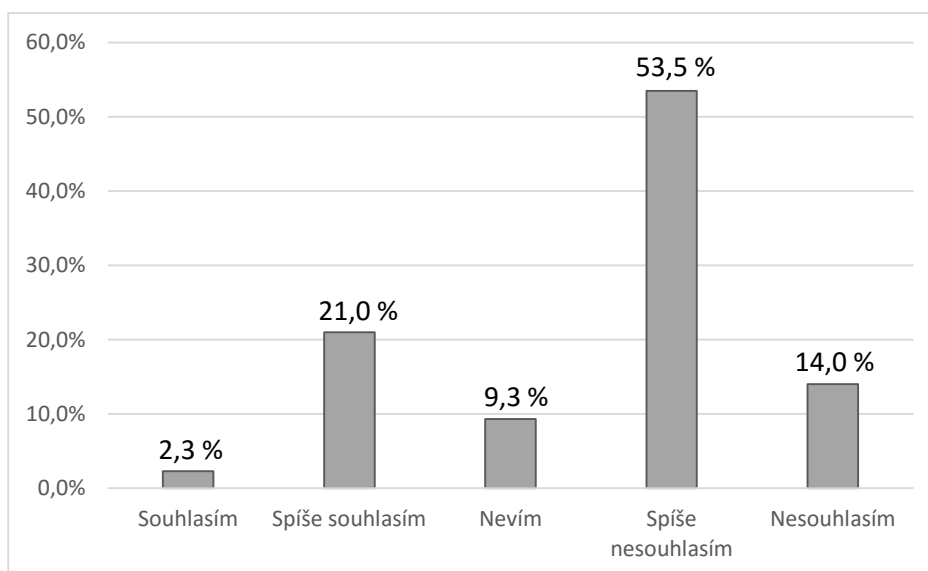
Tento výrok proti sobě postavil šestnáct respondentů (37,2 %) jež spíše souhlasilo a dvacet respondentů (46,5 %) jež spíše nesouhlasilo. S tím, že žáci dokáží skutečně formulovat věcné hypotézy, souhlasil pouze jeden respondent (2,3 %), nesouhlasili tři respondenti (7 %) a nedokázali se rozhodnout rovněž tři respondenti (7 %). Závěry z těchto odpovědí je tak obtížné vyvodit. Lze tak pouze předpokládat, že podle uvedené výpovědi šestnácti učitelů (37,2 %) jsou jejich žáci opravdu schopni formulovat hypotézy, tudíž by v úvahu připadalo zařazení IBSE do výuky chemie, která využívá právě této žákovské schopnosti.



Obr. 27: Míra souhlasu / nesouhlasu respondentů s výrokem:
„Žáci jsou schopni formulovat věcné hypotézy.“

- **Žáci sami přicházejí s postupy k ověřování hypotéz**

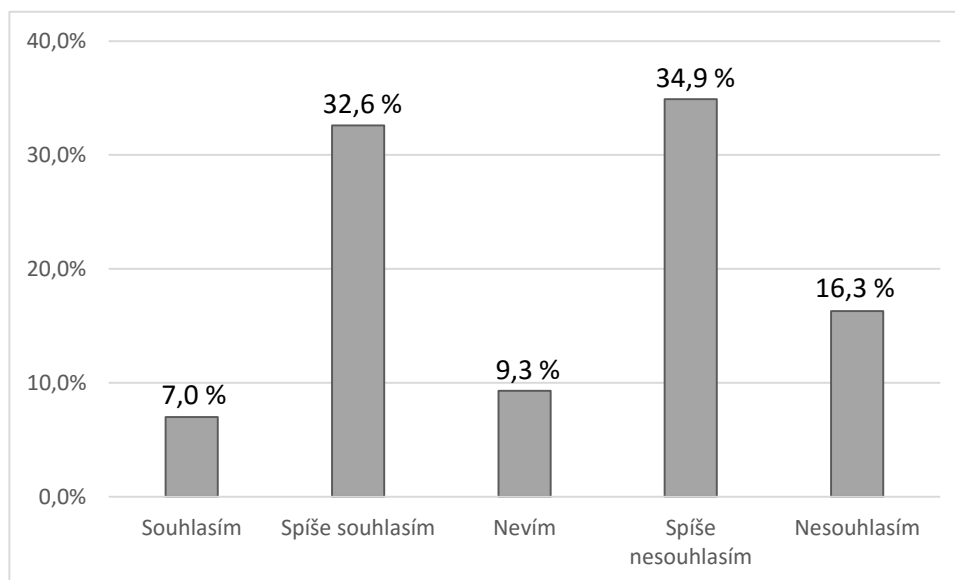
S tímto výrokem dvacet tři respondentů (53,5 %) spíše nesouhlasilo, devět respondentů (21 %) spíše souhlasilo. Jeden respondent (2,3 %) souhlasil, čtyři respondenti (9,3 %) se nedokázali rozhodnout a šest respondentů (14 %) nesouhlasilo. Z výpovědí většiny respondentů (67,5 %) tak lze vyvodit, že s IBSE výukou chemie na vyšší badatelské úrovni by žáci pravděpodobně mohli mít problémy.



Obr. 28: Míra souhlasu / nesouhlasu respondentů s výrokem:
„Žáci sami přicházejí s postupy k ověřování hypotéz.“

- **Žáci provádějí experimenty k ověřování hypotéz**

Důležitým prvkem IBSE je právě schopnost žáků provádět experimenty k ověřování hypotéz. Patnáct respondentů (34,9 %) přitom spíše nesouhlasilo s výše uvedeným výrokem, čtrnáct respondentů (32,6 %) spíše souhlasilo, tři respondenti (7 %) souhlasili, čtyři respondenti (9,3 %) se nedokázali rozhodnout a zbylých sedm respondentů (16,3 %) nesouhlasilo.

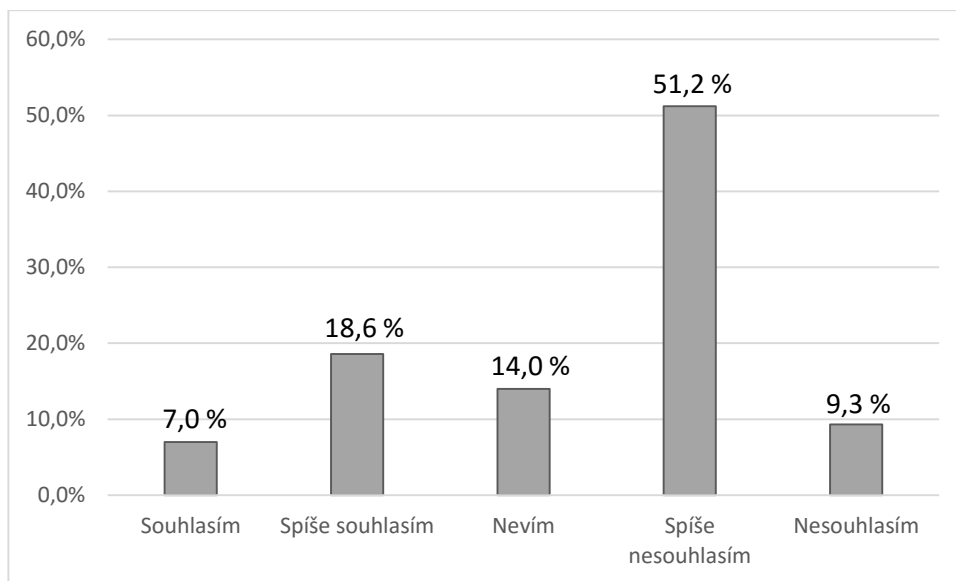


Obr. 29: Míra souhlasu / nesouhlasu respondentů s výrokem:

„Žáci provádějí experimenty k ověřování hypotéz.“

- **Žáci vyhledávají, třídí a kriticky hodnotí informace**

Tento výrok představuje další požadavek, který klade IBSE na žáky. Dvacet dva respondentů (51,2 %) si myslí, že schopnost žáků vyhledat, třídít a kriticky hodnotit informace značně pokulhává a spíše tak nesouhlasí s tímto výrokem. Naprosto s ním nesouhlasí čtyři respondenti (9,3 %), šest z nich (14 %) si není jistých. Dvanáct respondentů si naopak myslí, že žáci jsou schopni vyhledat, třídít a kriticky hodnotit informace, z toho osm respondentů (18,6 %) s tím spíše souhlasí a tři respondenti (7 %) plně souhlasí.

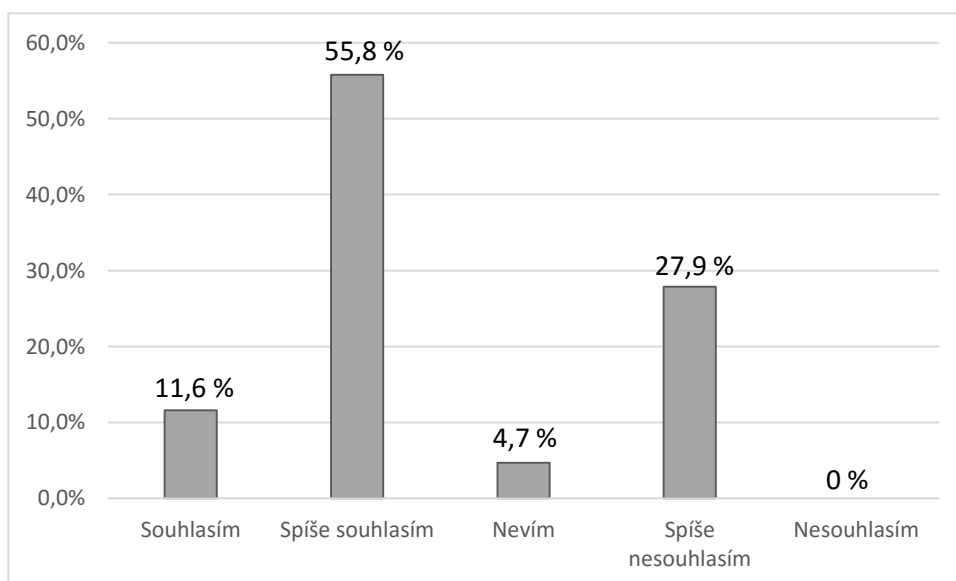


Obr. 30: Míra souhlasu / nesouhlasu respondentů s výrokem:

„Žáci vyhledávají, třídí a kriticky hodnotí informace.“

- **Žáci jsou v mých hodinách aktivní**

Dvacet čtyři respondentů (55,8 %) spíše souhlasí s tím, že jsou žáci v jejich hodinách chemie aktivní, dvanáct respondentů (27,9 %) spíše nesouhlasí, dva respondenti (4,7 %) se nedokázali rozhodnout a pět respondentů (11,6 %) plně souhlasilo s tímto výrokem. Toto zjištění ukazuje, že většina žáků se dokáže aktivně zapojovat do výchovně-vzdělávacího procesu a nejsou tak jen pasivními příjemci informací. Takový aktivní žák je zároveň velice důležitým předpokladem pro efektivní realizaci IBSE.



Obr. 31: Míra souhlasu / nesouhlasu respondentů s výrokem:

„Žáci jsou v mých hodinách aktivní.“

Laboratorní cvičení

Tato dotazníková část se zabývala experimentální činností, resp. laboratorními cvičeními, které jsou stavebním kamenem IBSE. V první otázce byla zjišťována preference respondentů, co se týče samostatné či skupinové práce žáků v laboratorních cvičeních z chemie. Valná většina respondentů – třicet jedna (72,1 %) uvedla, že nechávají žáky, aby pracovali ve skupině po dvou, menšina respondentů - šest uvedla, že žáky nechává pracovat ve větších skupinách (9,2 %), dva z nich však tvrdí, že by preferovali spíše práci samostatnou, prostory a zařízení laboratoře jim to však neumožňují. Šest respondentů (14 %) uvedlo, že laboratorní cvičení na jejich škole neprobíhají vůbec, což tedy ve výsledku může výrazně omezovat i možnosti realizace IBSE, která jak již bylo výše zmíněno, staví právě na vlastní empirické zkušenosti žáků, tj. v chemii na experimentech.

Tab. 9: Práce žáků v laboratořích.

| Práce žáků během laboratorních cvičení | % |
|---|----------|
| Samostatná práce | 4,7 % |
| Ve dvojici | 72,1 % |
| Ve větších skupinách | 9,2 % |
| Laboratorní cvičení neprobíhají | 14 % |

Dalším předmětem zájmu bylo zjistit, jak hodnotí průměrně učitelé praktické dovednosti a samostatnost žáků při práci v laboratoři. Odpovědi respondentů ukázaly, že žáci na Vysočině na tom nejsou nejhůře. Jedničku by jim dal sice jen jeden učitel, dvojku by jim však dalo šestnáct učitelů (37,2 %) a trojku patnáct učitelů (34,9 %). Osm respondentů pak uvedlo, že laboratorní cvičení na jejich škole neprobíhají (18,6 %) vůbec, jak již uvedli ostatně v otázce předchozí, kde však paradoxně pouze šest respondentů uvedlo, že na jejich škole laboratorní cvičení neprobíhají. Chyba může být pravděpodobně způsobena mylným vyložením si dané otázky respondentem.

Tab. 10: Klasifikace praktických dovedností žáků.

| Průměrná klasifikace praktických dovedností žáků v rámci laboratorních cvičení | % žáků klasifikovaných známkou 1 - 5 |
|---|---|
| 1 - výborný | 2,3 % |
| 2 - chvalitebný | 37,2 % |
| 3 - dobrý | 34,9 % |
| 4 - dostatečný | 4,7 % |
| 5 - nedostatečný | 2,3 % |
| Laboratorní cvičení neprobíhají | 18,6 % |

Učitelé v další otázce hodnotili samostatnost žáků při práci v laboratoři, přičemž dvojku by dalo žákům čtrnáct učitelů (32,6 %), trojku šestnáct učitelů (37,2 %). Výsledky tak ukazují, že žáci jsou, dle mínění jejich učitelů, poměrně zruční a samostatní, ale stále je ještě co zlepšovat, třeba právě prostřednictvím IBSE realizované nejprve na nižší badatelské úrovni a postupně přecházející na vyšší badatelskou úroveň.

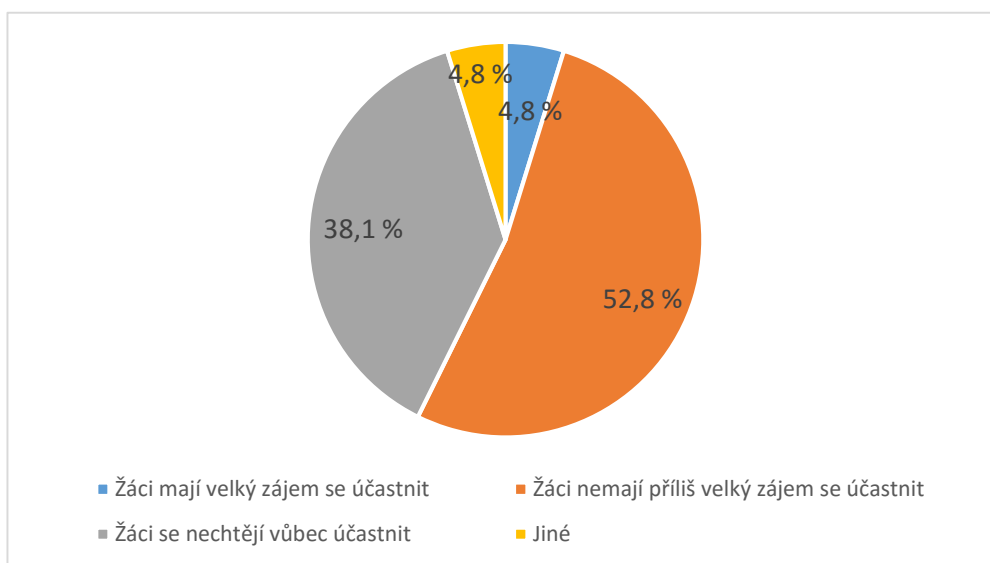
Tab. 11: Samostatnost žáků při práci v laboratoři.

| Samostatnost žáků v rámci laboratorních cvičení | % žáků klasifikovaných známkou 1 - 5 |
|--|---|
| 1 - výborný | 2,3 % |
| 2 - chvalitebný | 32,6 % |
| 3 – dobrý | 37,2 % |
| 4 - dostatečný | 7,0 % |
| 5 - nedostatečný | 2,3 % |
| Laboratorní cvičení neprobíhají | 18,6 % |

Mimoškolní experimentální činnost žáků

V další části dotazníku bylo zjišťováno, jak se žáci zapojují do mimoškolní experimentální činnosti, např. bádání ve školní laboratoři či školním badatelském centru, účast v chemických soutěžích nebo zpracování výzkumných prací pod vedením učitelů či chemických odborníků z výzkumných institucí. Tato otázka také zjišťuje, zda žáci mají vůbec hlubší zájem o chemii, který se neomezuje jen na hodiny výuky chemie, kde jediným cílem většiny žáků je především prospět, případně mít co nejlepší známku.

Zjištění však nevyznívá zrovna příznivě, žáci totiž, dle svých učitelů, nemají o chemické aktivity nad rámec běžné výuky zájem, což tvrdí třicet osm respondentů (90,9 %), z toho šestnáct respondentů (38,1 %) tvrdí, že žáci nemají vůbec zájem a dvacet dva respondentů (52,8 %) tvrdí, že se žáci do těchto aktivit příliš nehrnou. Jen dva respondenti (4,8 %) uvedli zvýšený zájem žáků. Ostatní dva respondenti (4,8 %) tvrdí, že zájem o tyto aktivity je, ne však v chemii, nýbrž v jiných přírodovědně zaměřených předmětech.

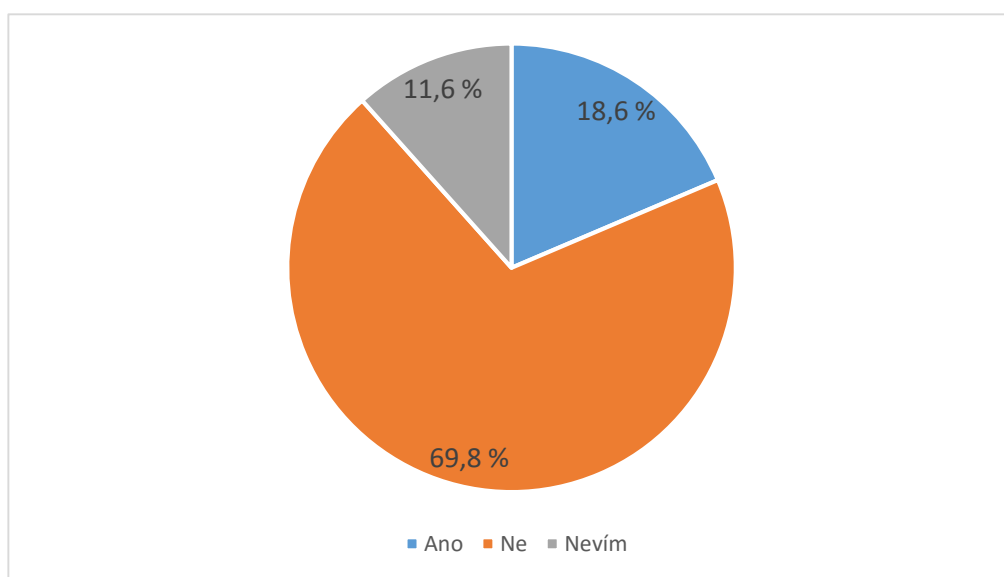


Obr. 32: Zájem žáků o chemické aktivity nad rámec běžné výuky (chemická olympiáda, SOČ, KSICHT,...)

Propojení školy s vědeckou sférou stále ještě na mnoha školách pokulhává, což dokazují odpovědi třiceti respondentů (69,8 %), kteří uvedli, že jejich škola nespolupracuje s přírodovědně orientovanými institucemi, jako jsou např. výzkumné, vývojové či provozní laboratoře podnikatelské sféry, státní správy, zdravotnictví, farmacie, potravinářství či odpadového hospodářství. Dalších pět respondentů (11,6 %)

netuší, zda jejich škola s některou přírodovědnou institucí vůbec spolupracuje. Pozitivně ve prospěch badatelství vypovídají odpovědi osmi respondentů (18,6 %), jež uvádějí, že jejich škola aktivně spolupracuje s přírodovědně zaměřenými institucemi.

Tato vzájemná spolupráce totiž bývá často obrovským přínosem pro samotnou školu a zvláště pro její žáky, kterým je tak umožněno seznámit se s chemií na vysoce odborné úrovni či dokonce se osobně zapojit do některých výzkumných projektů pod vedením erudovaných odborníků, např. v rámci zpracovávání prací SOČ. V těchto případech již lze hovořit o nejvyšším stupni bádání, tj. otevřeném, které klade vysoké nároky na žáka a je tak určeno zvláště pro velmi nadané žáky s hlubokým zájmem o chemii. Takto zapálení studenti jsou však ojedinělým úkazem, což dokazují i výše uvedené odpovědi respondentů, co se týče zájmu žáků o chemické aktivity nad běžný rámec výuky. Nutno ovšem dodat, že právě spojení školy s vědeckou sférou je dobrým krokem, který může být pro některé žáky silně motivujícím činitelem vzbuzujícím u nich zájem o chemii a o bádání jako takové.



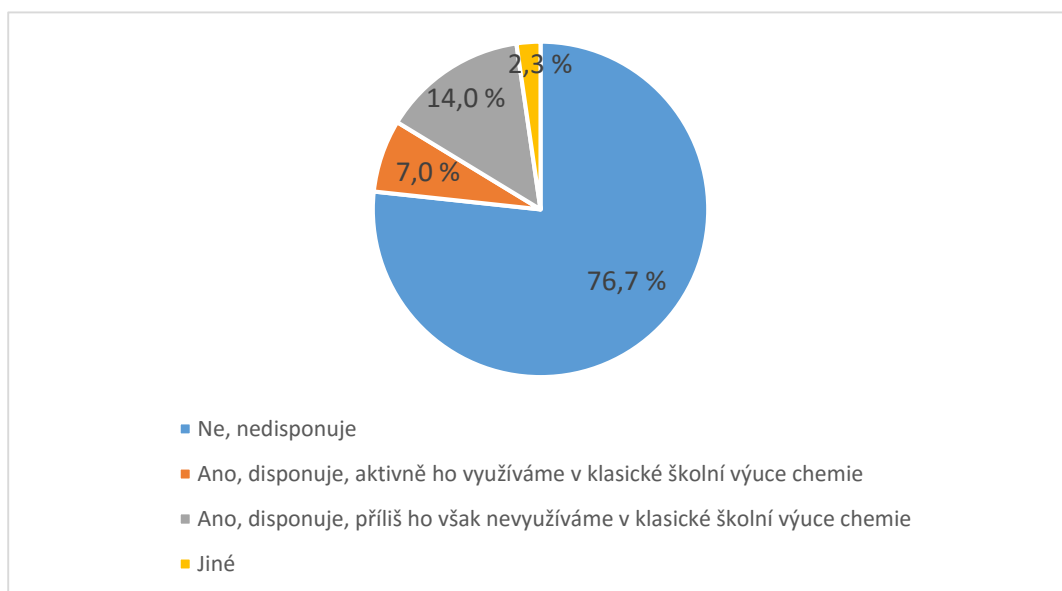
Obr. 33: Spolupráce školy s vědeckou sférou (univerzity, přírodovědně orientované instituce,...)

Badatelství ve výuce

V souvislosti s IBSE byl stěžejní dotaz, který zjišťoval, jestli škola disponuje specializovaným badatelským centrem. Během loňského roku 2015 totiž byla tato centra na několika gymnáziích v kraji Vysočina otevřena díky finanční podpoře z fondů EU.

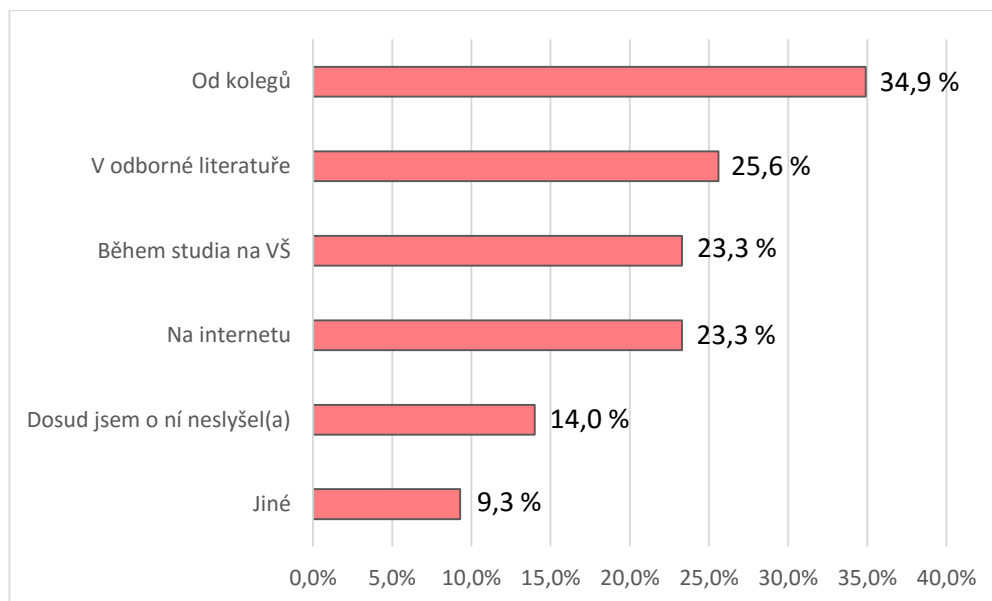
Konkrétně se pak jedná o gymnázia v Jihlavě, Žďáru nad Sázavou, Třebíči, Havlíčkově Brodě a Gymnázium a Obchodní akademii v Pelhřimově. Badatelská centra jsou vybavena nejmodernějšími přístroji, které mají za cíl zatraktivnit hodiny chemie, biologie a fyziky a jsou tak pro IBSE jako stvořená.

Třicet tři respondentů (76,7 %) uvedlo, že jejich škola badatelským centrem nedisponuje, jeden respondent (2,3 %) uvedl, že jejich škola disponuje speciálně vybavenou chemickou laboratoří, devět respondentů (21 %) uvedlo, že jejich škola má badatelské centrum pro výuku přírodovědných předmětů, z toho pouze tři respondenti (7 %) tvrdí, že ho aktivně využívají i během klasické školní výuky chemie, šest respondentů (14 %) ho však v klasické školní výuce chemie nevyužívá.



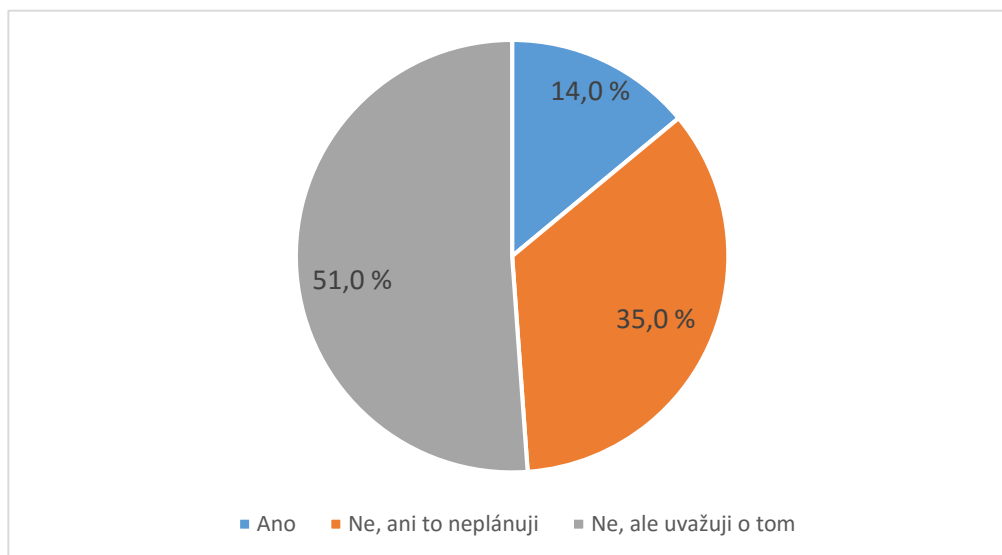
Obr. 34: Školní badatelské centrum

Další série dotazů se zaměřovala konkrétně na vlastní zkušenosti učitelů s IBSE. Třicet šest z nich (83,7 %) uvedlo, že již dříve slyšeli o IBSE, pouhých sedm (16,3 %) o ní doposud nevědělo. Převážná většina respondentů - patnáct (34,9 %) uvedla, že se o IBSE dozvěděla od svých kolegů. Zbylí respondenti uváděli, že se o ní dozvěděli ze školení, díky kolegům z jiných škol, jedna respondentka uvedla, že se dokonce účastnila kurzu zaměřeného na IBSE.



Obr. 35: Zdroj informací o IBSE

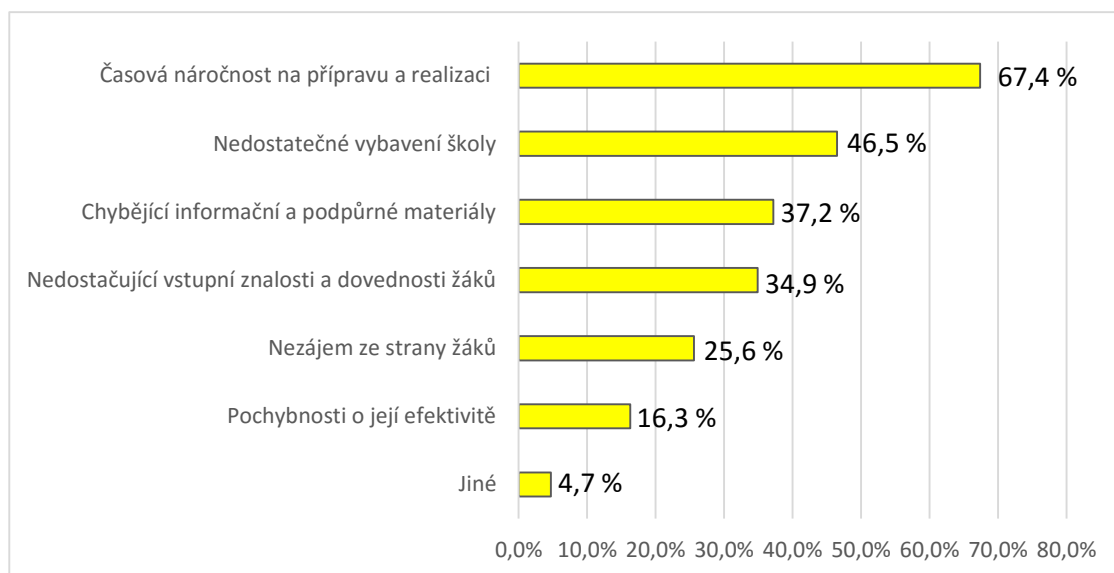
Ve vlastní výuce chemie IBSE využívá pouhých šest respondentů (14 %). Nevyužívá ji třicet sedm respondentů (86 %), přesto však dvacet dva respondentů (51 %) z nich uvažuje o tom, že by ji zařadili do výuky, což je jistě pozitivní zjištění.



Obr. 36: Realizace IBSE ve výuce chemie

Za největší překážku související se zaváděním IBSE do výuky chemie považují respondenti zejména časovou náročnost na přípravu a realizaci – dvacet devět respondentů (67,4 %), dále nedostatečné vybavení školy – dvacet respondentů (46,5 %),

chybějící informační a podpůrné materiály – šestnáct respondentů (37,2 %), nedostačující vstupní vědomosti a dovednosti žáků – patnáct respondentů (34,9 %), nezájem ze strany žáků – jedenáct respondentů (25,6 %). O její efektivitě pochybuje sedm respondentů (16,3 %). Ostatní – dva respondenti (4,7 %) uvádějí jako překážku nedostatek hodin výuky chemie, které jsou na jejich škole omezené pouze na první ročník.

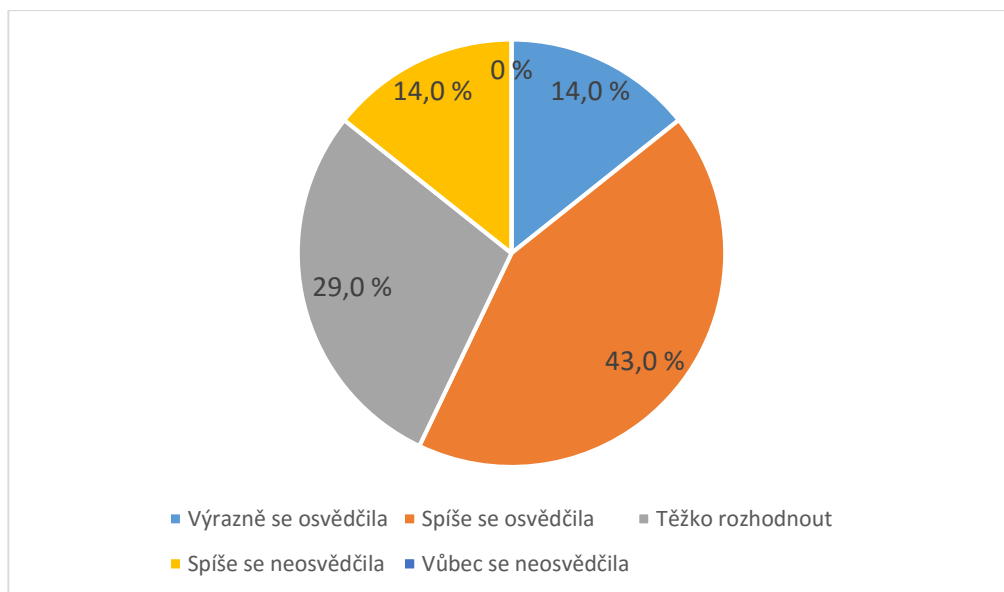


Obr. 37: Překážky realizace IBSE

Na následující dotazy odpovídali pouze učitelé, kteří již mají vlastní zkušenost s realizací IBSE ve výuce chemie.

Co se týče četnosti zařazování IBSE do výuky chemie, tak tři respondenti uvedli, že ji využívají často (cca 1x / 14 dní), jeden respondent ji využívá občas (cca 1x / měsíc), nárazově formou blokové výuky ji využívají zbylí dva respondenti.

Pět respondentů uvedlo, že ho realizuje pouze v rámci laboratorních cvičení, jeden ji realizuje jak v hodinách chemie základního typu, tak v rámci laboratorních cvičení. Vzhledem k fázi výuky vede zařazení IBSE zejména v rámci fáze aplikační. Pozitivním zjištěním je, že většině respondentů se IBSE ve výuce chemie skutečně osvědčila.



Obr. 38: Efektivita IBSE ve výuce chemie

Vlastní zkušenosti s IBSE výukou v chemii shrnuli učitelé otevřenými odpověďmi následovně:

Žena, 1 – 5 let praxe, gymnázium:

„Na základě jednoho školení jsem zkusila aplikovat na žáky v kroužku, ale výsledky pro mě byly rozpačité. Zřejmě jsem nezačala z dobrého konce, možná by tento styl výuky potřeboval trénovat i z pozice žáků (je to pro ně jiné). Uvažuji o tom, že to zkusím znovu.“

Muž, 1 – 5 let praxe, gymnázium:

„Žáci, kteří ovládají základní znalosti chemie, dobře pracují, baví je to. Ti, co se učí převážně informace nazpaměť a nechce se jim moc pracovat, aktivní moc nejsou a musí se jim člověk více věnovat.“

Žena, 10 – 25 let praxe, střední odborná škola:

„Větší aktivita studentů a lepší fixace poznatků než při laboratorních pracích "podle návodu"“

Žena, méně než 1 rok praxe, sloučená – GYM, SOŠ, SOU:

„náročnější příprava, žákům se moc nechce uvažovat nad problematikou - více je baví "nařízené" postupy“

Žena, méně než 1 rok praxe, gymnázium:

„Žáci jsou velmi aktivní při formulaci hypotéz. Bohužel IBSE je velmi náročná na čas, vzhledem k nízkým dotacím hodinám laboratorních cvičení na Gymnáziu používám pouze prvky IBSE (hypotézy, návrhy postupů atd.), nikoli celkové zaměření na tento typ výuky“

8 Návrhy pracovních listů s prvky IBSE

Na základě provedených analýz jsme zpracovali pracovní listy, které by mohly najít využití v badatelských hodinách chemie na střední škole. Nedostatek podpůrných IBSE materiálů je jednou z překážek, kterou často uváděli respondenti v dotazníkovém šetření, což můžeme potvrdit i my na základě vlastní zkušenosti při sestavování těchto pracovních listů.

Pracovní listy se skládají z úvodní části, kde se uživatelé dozvědí téma bádání, komu jsou určeny, cíle bádání a klíčové kompetence žáků, které by měly být prostřednictvím bádání rozvíjeny. Dále je tu nastíněna přibližná struktura badatelské hodiny a časová náročnost její realizace. Samotné pracovní listy sestávají jak z úloh teoretických, tak experimentálních. Při sestavování pracovních listů jsme se snažili zařazovat takové úlohy, ve kterých lze najít jistý badatelský náboj. Bylo však poměrně těžké vybrat takové badatelské úlohy, které by mohly být využity na gymnáziích a zároveň také na těch středních odborných školách, kde bývají nároky kladené na vědomosti žáků v chemii obvykle mírnější, pokud se tedy nejedná vyloženě o střední odbornou školu chemického zaměření. Samotné řešení pracovních listů je součástí příloh, viz *Příloha 21*.

Návrh č. 1

Téma: Acidobazické reakce, kyseliny a zásady, neutralizace, indikátory, pH

Konkrétní cíle:

- Žáci dokáží vysvětlit pojmy kyselina, zásada a pH.
- Žáci dokáží definovat, co je to acidobazický indikátor a uvedou jejich příklady.
- Žáci dokáží zapsat chemickou rovnici acidobazické reakce.
- Žáci dokáží naplánovat experiment k uspořádání látek běžně dostupných v domácnosti na základě jejich kyselosti / zásaditosti.
- Žáci dokáží experimentálně prokázat, které barevné škály odpovídají barevným přechodům v nápovědě uvedených acidobazických indikátorů.
- Žáci dokáží objasnit pojem acidobazický přírodní indikátor a uvést příklady.
- Žáci dokáží odvodit zjednodušenou acidobazickou reakci vystihující reakci léčiva s žaludeční šťávou, vyvodí a zdůvodní, co se stane při aplikaci léku.
- Žáci dokáží experimentálně zjistit skutečnou koncentraci octa a porovnat ji s koncentrací uvedenou na obalu.
- Žáci zjistí, jak je možné, že citron působí v organismu zásadotvorně.

Obsah vyučovací hodiny a rozvíjené klíčové kompetence žáků:

- Žáci si procvičí probranou tematiku - acidobazických reakcí, teorií kyselin a zásad, neutralizace, acidobazických indikátorů a pH, na prakticky zaměřených úlohách s prvky badatelství. → kompetence k učení
- Žáci kladou otázky (Co je to pH?, Jak můžeme stanovit pH?, Co je to kyselina / zásada?, Jaké jsou výchozí látky a produkty neutralizace?,...) a aktivně si vyhledávají informace (v sešitech, učebnicích, na internetu,...), které jim pomáhají dopátrat se výsledků zadaných badatelských úloh. → kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální
- Žáci formulují hypotézy (např. jaký vliv má koncentrace iontů na kyselost / zásaditost roztoku, výběr acidobazického indikátoru, pH a přírodní indikátory, v čem spočívá léčivý účinek antacid) - jaké jsou možnosti zjištění pH (*úloha 2 a 3*) a koncentrace roztoku (*úloha 6*), plánují provedení pokusu, vyhodnocují a zdůvodňují výsledky svého bádání, které porovnávají s ostatními žáky. → kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní

- Žáci formulují závěry a shrnují výsledky zadaných úloh, teoretických (*úlohy 1, 4, 5, 7*) a experimentálně podložených (*úlohy 2, 3 a 6*), ke kterým dospěli a věcně argumentují. → kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální
- Žáci na základě diskuse s ostatními potvrzují / vyvracejí své původně stanovené hypotézy. → kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Forma výuky: skupinová výuka (2 – 3 žáci)

Dominující vyučovací metody:

- heuristická metoda, diskusní metoda, praktické metody – žákovské laborování, metody práce s učebnicí, knihou,...

Časová dotace: 90 min (2 vyučovací hodiny)

Cílová skupina žáků: žáci SOŠ, gymnázií (1. ročník)

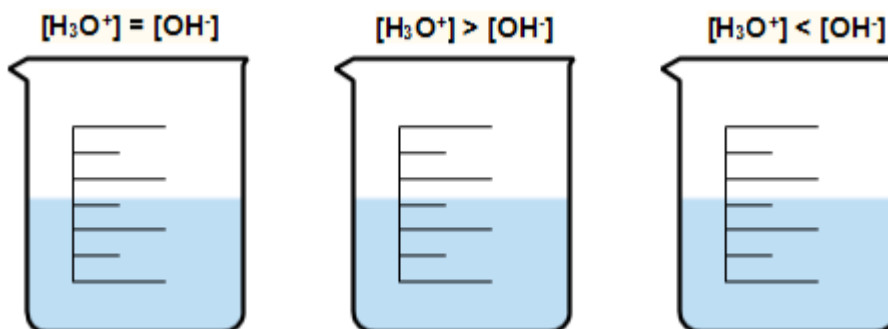
Průběh hodiny:

- Motivace žáků (kyseliny a zásady kolem nás, podíl překyselení organismu na vzniku různých onemocnění,...).
- Opakování základních faktů týkajících se problematiky acidobazických reakcí, kyselin a zásad, neutralizace, indikátorů, pH.
- Rozdělení žáků do skupin, rozdání pracovních listů a společné projití úloh.
- Vlastní badatelská činnost žáků – laborování, dotazování se, práce s učebnicí,...
- Hromadné porovnání a prezentace výsledků a formulace závěrů.
- Shrnutí a závěrečné zhodnocení vyučujícím.

Pracovní list:

Acidobazické reakce, kyseliny a zásady, neutralizace, indikátory, pH

- 1) Rozhodni, ve které kádince je přítomna kyselina sírová, ve které hydroxid sodný a ve které čistá voda:



- 2) Vaším úkolem je seřadit následující látky běžně dostupné v domácnosti (mycí prostředek, kyselina citronová, borová voda, acylpyrin, jedlá soda) dle jejich kyselosti/zásaditosti (odhadem vs. experimentálně). K dispozici máte roztoky výše uvedených látek a předem připravený indikátor, kterým je výluh z červeného zelí.

Laboratorní pomůcky:

zkumavky, stojan na zkumavky, pipety, skleněné tyčinky



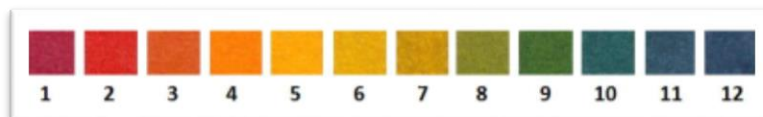
| | Odhadované hodnoty pH: | Experimentálně zjištěné hodnoty pH: |
|--------------------|------------------------|-------------------------------------|
| mycí prostředek | | |
| kyselina citronová | | |
| borová voda | | |
| acylpyrin | | |
| jedlá soda | | |

Látky dle jejich rostoucího pH:

..... < < < <
.....

- 3) Experimentálně zjistěte, které indikátory (z těchto nabízených: *lakmus*, *fenolftalein*, *univerzální indikátorový papírek*), odpovídají níže uvedeným pH barevným přechodům. (Využijte informací zjištěných v předchozí úloze):

.....



.....



.....



- 4) K určení pH mohou posloužit i tzv. přírodní pH indikátory (např. výluh z červeného zeli). Znáte ještě nějaké další přírodní indikátory?

.....
Které chemické látky jsou příčinou změny zbarvení v závislosti na pH?

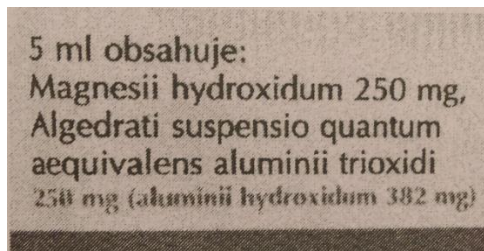
.....

Co můžete říci o půdě, ve kterých rostou takto zbarvené hortenzie?

.....
.....



- 5) Žaludeční šťávy obsahují kromě trávicích enzymů i kyselinu (doplň) (0,3% až 0,5% roztok). Při překyselení žaludku si můžete v lékárně zakoupit volně prodejný lék Antacid, jehož hlavními složkami jsou hydroxid hlinitý a hydroxid hořečnatý.



Napište a vyčíslete zjednodušené chemické rovnice reakcí účinných složek Antacidu s žaludeční šťávou.

.....
.....

Jak se nazývají tyto chemické reakce? Jak se obecně jmenují produkty, které při nich vznikají?

.....

Jak se změní pH žaludečních šťáv po aplikaci léku?

.....

Jakou běžnou látku, kterou najdete v kuchyni, můžete využít proti pálení žáhy?

.....

- 6) Mezi kyseliny často používané v kuchyni patří např. kyselina octová, resp. její roztok - *ocet*. Vaším úkolem bude ověřit koncentraci octa uváděnou výrobcem. Při vašem bádání budete využívat přímé chemické metody analýzy (zakroužkuj) – *kvantitativní/kvalitativní*.

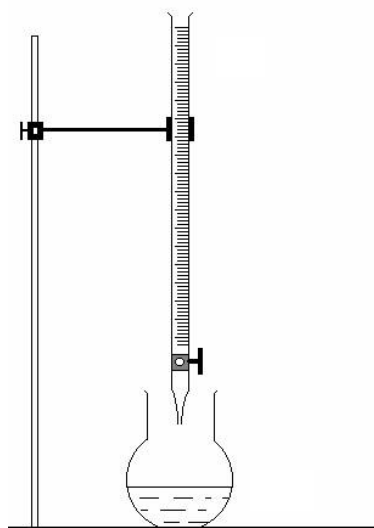
Jakou chemickou analýzou budete koncentraci ověřovat?

.....

Jak se nazývá aparatura na obrázku?

.....

Pojmenujte jednotlivé části této aparatury.



K dispozici máte tyto chemikálie:

10 ml octa

50 ml NaOH (aq), $c = 0,1 \text{ mol/l}$

destilovaná voda

fenolftalein

Příprava roztoku k titraci:

Zřed'te ocet v poměru 1:10, do odměrné baňky napipetujte 10 ml octa a doplňte vodou po rysku.

Popište váš postup práce:

.....
.....
.....
.....

Jaká byla skutečná koncentrace octa, který jste měli k dispozici?

.....

Dú:

7) Pokuste se vysvětlit, jak je možné, že citron působí v našem těle zásadotvorně?

Zdroje:

- ČTRNÁCTOVÁ, Hana. *Chemie. Sbíрка úloh pro společnou část maturitní zkoušky*. Praha: Tauris, 2001. ISBN 80-211-0392-2.
- MOKREJŠOVÁ, Olga. *Praktická a laboratorní výuka chemie: na základních a středních školách*. Praha: Triton, 2005. ISBN 80-7254-726-7.
- ŠTROFOVÁ, Jitka. *Enviroexperiment - chemie pro SŠ*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2012. ISBN 978-80-261-0174-1.
- Chutí máme na výběr, aneb co není kyselé, není ani sladké. In: *Otevřená věda* [online]. 2015 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://data.otevrenaveda.projekty.avcr.cz/miranda2/export/sitesavcr/data.avcr.cz/projekty/otevrenaveda/kurzy-pro-pedagogy/metodiky-laboratornich-cviceni-pro-zs/chuti-mame-na-vyber.pdf>
- Kyseliny, zásady, měření pH, acidobazické indikátory. In: *Věda není žádná věda* [online]. 2014 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://vedaneniveda.cz/Veda/pdf/3_chemie_zakladni%20skola/02_riziko_bezpeci/2.1_kysele_zasadite1.pdf
- Přírodní indikátory. In: *Chemie – biologie, GJO* [online]. 2014 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://chemiebiologie.gjo.cz/wp-content/uploads/2014/03/PracList40s.pdf>

Návrh č. 2

Téma: Směsi – metody oddělování jejich složek

Konkrétní cíle:

- Žáci dokáží prostřednictvím znalostí získaných v předchozích hodinách chemie doplnit tabulku směsí.
- Žáci dokáží odhadnout, o jakou separační metodu by se dle uvedených laboratorních pomůcek mohlo jednat.
- Žáci dokáží vybrat adekvátní separační metodu k oddělení složek uvedených směsí.
- Žáci dokáží analyzovat obrázek aparatury a specifikovat, k čemu lze danou aparaturu využít.
- Žáci dokáží pojmenovat směsi a analyzovat je.
- Žáci dokáží navrhnout experiment k oddělení složek směsí.
- Žáci dokáží experimentálně oddělit složky směsí.

Obsah vyučovací hodiny a rozvíjené klíčové kompetence žáků:

- Žáci si procvičí probranou tematiku - směsí a jejich dělení na prakticky zaměřených úlohách s prvky badatelství. → kompetence k učení
- Žáci kladou otázky (Co je to směs?, Jaké máme druhy směsí?, Jaký je princip jednotlivých separačních metod?, Podle čeho vybrat separační metodu?,...) a aktivně vyhledávají informace (v sešitech, učebnicích, na internetu,...), které jim pomáhají dopátrat se výsledků zadaných badatelských úloh. → kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální
- Žáci formulují hypotézy (např. ohledně fyzikálních vlastností a možností dělení složek směsí, sestavení aparatur k separaci, separačních metod a jejich uplatnění v lékařství, průmyslové výrobě, při ochraně životního prostředí,...) - plánují provedení pokusu, vyhodnocují a zdůvodňují výsledky, které porovnávají s ostatními žáky. → kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- Žáci formulují závěry a shrnují výsledky zadaných úloh teoretických (úloha 1 – 5, 8 – 14) a experimentálně podložených (úloha 6, 7), ke kterým dospěli a věcně argumentují. → kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

- Žáci na základě hromadné diskuse s ostatními potvrzují / vyvracejí stanovené hypotézy → kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Forma výuky: skupinová výuka (2 – 3 žáci)

Dominující vyučovací metody:

- heuristická metoda, diskusní metoda, praktické metody – žákovské laborování, metody práce s učebnicí, knihou,...

Časová dotace: 90 min (2 vyučovací hodiny)

Cílová skupina žáků: žáci SOŠ, gymnázií (1. ročník)

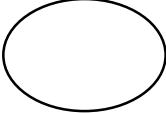











Průběh hodiny:

- Motivace žáků (směsi kolem nás a jejich možnosti separace, zpracování ropy, čistička odpadních vod, dialýza,...).
- Opakování základních faktů týkajících se problematiky směsí a separačních metod.
- Rozdělení žáků do skupin, rozdání pracovních listů a společné projití úloh.
- Vlastní badatelská činnost žáků – laborování, dotazování se, práce s učebnicí,...
- Hromadné porovnání a prezentace výsledků a formulace závěrů.
- Shrnutí a závěrečné zhodnocení vyučujícím.

Směsi – metody oddělování jejich složek

1) Doplň tabulku:

Nápověda: a) molekuly plynu mezi molekulami jiného plynu, b) dým, c) roztok (pravý), d) pěna, e) mlha, f) kapalný, g) kapičky kapaliny a částičky pevné látky rozptýlené v plynu, h) koloidní roztok, ch) gel, i) kapičky jedné kapaliny rozptýlené v jiné, j) částice jedné pevné látky mezi částicemi jiné pevné látky, k) částičky pevné látky v kapalině

| <i>Homogenní směsi</i> |  | SMĚSI | |
|--------------------------|---|--|---|
| | | plynný |  |
| |  | nízkomolekulární látky v kapalině | |
| | | pevný |  |
| <i>Koloidní směsi</i> | aerosol |  | kapalina rozptýlená v plynu |
| | |  | pevná látka rozptýlená v plynu |
| | | kouř |  |
| |  | molekuly org.l. či shluky anorg.l. rozpt. v kapalině | |
| | emulze |  | |
| | |  | bubliny plynu rozptýlené v pevné látce |
| <i>Heterogenní směsi</i> |  | bubliny plynu rozptýlené v kapalině | |
| | suspenze |  | |

2) Na základě uvedených laboratorních pomůcek se pokuste odhalit, o jakou metodu oddělování složek směsi se jedná.

- kádinka, tyčinka, nálevka, filtrační kruh -
.....
- teploměr, chladič, alonž, baňka s kulatým dnem, kuželová baňka -
.....
- keramická síťka, trojnožka, kádinka, destilační baňka -
.....
- křída, Petriho miska, barevný fix -
.....

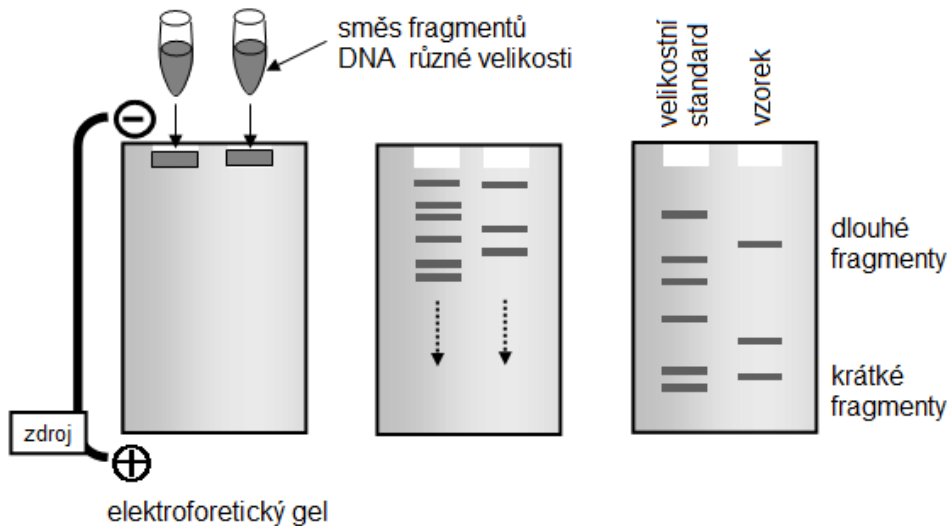
3) Jakou separační metodu zvolíte pro oddělení složek směsi?

- získávání oleje ze semen -
- krevní dialýza -
- výroba alkoholu -
- výroba soli z mořské vody -
- rozdělení směsi barviv -
- čištění vody v čistíčkách -

4) Na obrázku vidíte nepoužívanější separační techniku sloužící k analýze nukleových kyselin a proteinů, jedná se o.....

Na jakém principu je tato separační technika založena?

.....



5) Pojmenujte následující směsi a analyzujte je z pohledu homogenity/heterogenity, disperzního prostředí a dispergovaných částic

slaná voda, písek ve vodě, bronz, olej ve vodě, pěnové tužidlo, pemza, vzduch

6) Vaším úkolem je rozdělit směs, která se skládá z následujících komponent:
vody, písku a soli.

Navrhněte, jak byste tuto separaci provedli:

.....

7) K dispozici máte vzorek červeného vína. Pokuste se experimentálně zjistit, jaká je teplota varu ethanolu. Zjištěnou hodnotu porovnejte s hodnotou uvedenou v tabulkách. (Před zahájením experimentu si nechte aparaturu zkontrolovat vyučujícím!!!)

Uveďte pomůcky, které budete využívat:

.....
.....

Nákres aparatury:

Pracovní postup:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Na jakém principu je založena tato separační metoda?

.....

Závěr:

.....
.....
.....

Dů:

- 8) Kofein je bílá krystalická látka, patří mezi alkaloidy, je obsažený v kávových zrnech, kakaových bobech, čaji, ad. Jakou separační metodou lze z nich kofein izolovat?
- 9) Co jsou to emulgátory? K čemu se používají?
- 10) Dokonalým spálením 5 g směsi (cukr + sůl) se uvolnily 2,2 g CO₂. Jaké procentuální zastoupení měla sůl ve směsi?
- 11) Jaká disperzní soustava vznikne při úniku ropy do vody? Jaké technologie se používají při likvidaci ropných havárií?
- 12) Kdy se používá frakční destilace (rektifikace) a jak se nazývá zařízení, ve kterých se provádí?
- 13) Vysvětlete, proč je při destilaci přiváděna voda proti směru toku destilátu.
- 14) Je destilace proces fyzikální nebo chemický?

Zdroje:

- ČTRNÁCTOVÁ, Hana. *Chemie. Sbíрка úloh pro společnou část maturitní zkoušky*. Praha: Tauris, 2001. ISBN 80-211-0392-2.
- MOKREJŠOVÁ, Olga. *Praktická a laboratorní výuka chemie: na základních a středních školách*. Praha: Triton, 2005. ISBN 80-7254-726-7.
- Dělení homogenních směsí (roztoků) destilací. In: *Chemie – biologie, GJO* [online]. 2014 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://chemiebiologie.gjo.cz/PLchemie/VL04.pdf>
- Filtrování za použití různých filtračních materiálů. In: *Chytrák* [online]. 2011 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://jane111.chytrak.cz/Ch8/L1_filtrace.pdf
- Gelová elektroforéza. In: *Molekulární biologie VFU Brno* [online]. 2011 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://mmp.vfu.cz/opvk2011/?title=popis_metod-gelova_elektroforeza
- Oddělování složek směsí I. In: *Fyzika* [online]. 2013 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://files.tigridfyzika.webnode.cz/200001196-a70c6a8066/02%20N%C3%A1vod%20%20Odd%C4%9Blov%C3%A1n%C3%AD%20slo%C5%BEEK%20sm%C4%9Bs%C3%AD%20I.pdf>.
- Přírodní zdroje organických sloučenin. In: *SPŠ – Vítkovice* [online]. 2010 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://www.sps-vitkovice.cz/texty/texty/CHE/CHE_12_Prirodnr_zdroje_organickyh_sloucenin_MAN.pdf
- Směsi. In: *Výukové materiály ZŠ Nový Jičín* [online]. 2016 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://www.komenskeho66.cz/materialy/chemie/WEB-CHEMIE8/smesi.html>
- VOJÍŘOVÁ, Eva. Dělení složek směsí. In: *Gymnázium – Vlašim* [online]. 2013 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://www.gymvla.cz/wp-content/uploads/DUM/7/7_2/7_2_CH_05.pdf

Návrh č. 3

Téma: Oxidačně-redukční reakce – Beketovova řada napětí kovů

Konkrétní cíle:

- Žáci dokáží provést experiment, analyzovat jeho výsledky, vyvodit a zdůvodnit závěry ohledně reaktivity kovů a jejich postavení v Beketovově řadě kovů.
- Žáci dokáží navrhnout způsoby ochrany kovů před korozí.
- Žáci dokáží rozhodnout, které kovy lze použít k redukci.
- Žáci dokáží posoudit velikosti standardních redoxních potenciálů uvedených kovů a porovnat je s hodnotami uvedenými v MFCHT.
- Žáci dokáží zapsat redoxní reakce, a také rozhodnout a zdůvodnit zdali uvedené redoxní reakce probíhají či nikoliv.
- Žáci dokáží vybrat z nabídky oxidační a redukční činidla a svůj výběr zdůvodnit.
- Žáci dokáží navrhnout experiment – pokovování kovových předmětů.
- Žáci dokáží vysvětlit, čím je způsobené černání stříbra a navrhnout chemický způsob, kterým je možné zašlému stříbru vrátit ztracený lesk.

Obsah vyučovací hodiny a rozvíjené klíčové kompetence žáků:

- Žáci si procvičí probranou tematiku oxidačně-redukčních reakcí na prakticky zaměřených úlohách s prvky badatelství. → kompetence k učení
- Žáci kladou otázky (Co je to elektrodový potenciál?, Je kov ušlechtilý / neušlechtilý?, Co lze odvodit z postavení prvku v řadě kovů?,...) a aktivně vyhledávají informace (v sešitech, učebnicích, na internetu,...), které jim pomáhají dopátrat se výsledků zadaných badatelských úloh. → kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální
- Žáci formulují hypotézy (např. Jak spolu souvisí postavení prvku v Beketovově řadě kovů a jeho reaktivita, resp. ušlechtilost / neušlechtilost, Jaké jsou možnosti ochrany kovů před korozí?, Které kovy lze použít k pokovování?,...) – plánují provedení pokusu, vyhodnocují a zdůvodňují výsledky, které porovnávají s ostatními žáky. → kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, pracovní
- Žáci formulují závěry a shrnují výsledky zadaných úloh teoretických (*úloha 2 – 13*) a experimentálně podložených (*úloha 1*), ke kterým dospěli a věcně

argumentují. → kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

- Žáci na základě hromadné diskuse s ostatními potvrzují / vyvracejí stanovené hypotézy. → kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální

Forma výuky: skupinová výuka (2 – 3 žáci)

Dominující vyučovací metody:

- heuristická metoda, diskusní metoda, praktické metody – žákovské laborování, metody práce s učebnicí, knihou,...

Časová dotace: 90 min (2 vyučovací hodiny)

Cílová skupina žáků: žáci SOŠ, gymnázií (1. ročník)

Průběh hodiny:

- Motivace žáků (ochrana před korozi, výroba, zpracovávání a využití kovů,...)
- Opakování základních faktů týkajících se problematiky oxidačně-redoxních reakcí, Beketovova řada napětí kovů.
- Rozdělení žáků do skupin, rozdání pracovních listů a společné projití úloh.
- Vlastní badatelská činnost žáků – laborování, dotazování se, práce s učebnicí,...
- Hromadné porovnání a prezentace výsledků a formulace závěrů.
- Shrnutí a závěrečné zhodnocení vyučujícím.

Pracovní list:

Oxidačně-redukční reakce – Beketovova řada napětí kovů

Postup práce:

- 1) Do šesti zkumavek postupně nalijte roztoky: síranu měďnatého, síranu zinečnatého, síranu železnatého, dusičnanu stříbrného, chloridu sodného, síranu hořečnatého a zředěnou kyselinu chlorovodíkovou. Do všech zkumavek ponořte odmaštěné železné hřebíky. Pozorujte reakci a výsledek запиšte do tabulky. Stejný pokus opakujte s granulemi zinku, s kouskem očištěného měděného drátu a hořčičkovou páskou.

Na základě reaktivity hodnoťte takto:

kov reaguje..... 2 body

kov je v roztoku soli stejného kovu.....1 bod

kov nereaguje.....0 bodů

| | CuSO ₄ | ZnSO ₄ | FeSO ₄ | AgNO ₃ | NaCl | MgSO ₄ | zředěná HCl |
|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|-------------------|-------------|
| Fe | | | | | | | |
| Zn | | | | | | | |
| Cu | | | | | | | |
| Mg | | | | | | | |
| součet bodů | | | | | | | |

Co jste zjistili o průběhu reakcí v jednotlivých zkumavkách. Popište změny, ke kterým došlo u kovů i u jednotlivých roztoků.

.....
.....
.....

Podle počtu bodů seřadte kovy dle jejich reaktivity. Získané pořadí porovnejte s pořadím v řadě napětí kovů (Beketovova řada napětí kovů).

.....

Jaké pravidlo platí pro kovy a vodík v Beketovově řadě napětí kovů?

.....

Jak by probíhala reakce stříbrného drátku ponořeného do roztoku dusičnanu železnatého?

.....

2) Železo a jeho slitiny jsou dosud nejvíce používanými kovy. Největší problém v jejich využití však spočívá v rychlé korozi. Navrhněte způsoby, kterými ji lze účinně zmírnit.
.....

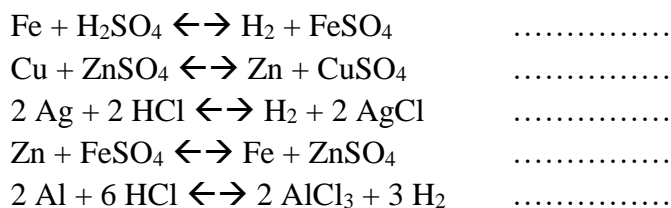
3) Které z těchto kovů (Cu, Mg, Al, Au, Pt, Ca) by bylo teoreticky možno použít k redukci Fe₂O₃ za vzniku železa?
.....

4) Mezi označení standardních redoxních potenciálů vložte příslušná znaménka < či >. Svá tvrzení doložte vyhledáním číselných hodnot E° v MFCH tabulkách.

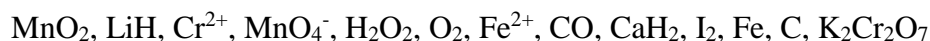


5) Napište rovnice, které probíhají při korozi pozinkovaného pleťva ve vlhkém prostředí, při narušení ochranné vrstvy, mezi atomy a ionty železa a zinku, jeli $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$ a $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$.
.....

6) Rozhodněte, zda reakce probíhá či nikoliv (ano / ne):



7) U následujících sloučenin a iontů rozhodněte, zda mohou být použity jako oxidační činidlo nebo redukční činidlo:



8) Navrhněte možný postup pokovování kovových předmětů.
.....
.....
.....
.....

Které kovy bychom mohli pokovovat např. chromem?
.....

Dů:

9) Mnozí z vás se určitě setkali s tím, že jim zčernal stříbrný šperk či nádobí. Čím je to způsobeno? Jak byste jim navrátili ztracený lesk?

.....
.....
.....



Zdroje:

- KLEČKOVÁ, Marta a Zdeněk ŠINDELÁŘ. *Školní pokusy z anorganické a organické chemie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3980-8.
- DVOŘÁKOVÁ, Alena. Galvanické pokovování a reakce kovů. In: *Arcibiskupské gymnázium v Kroměříži* [online]. 2013 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://www.agkm.cz/projekt_inovace/ch/Galvanicke_pokovovani_a_reakce_kovu.pdf
- HANČOVÁ, Hana. Beketova řada prvků. In: *Gymnázium V. Nováka Jindřichův Hradec* [online]. 2012 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://opvksablony.gvn.cz/pracovni_listy/52_2sada_chem/VY_52_INOVACE_CHE_S2.01.pdf
- HRŮŠOVÁ, Vlasta. Beketovova řada napětí kovů. In: *ZŠ Marušky Kuderíkové* [online]. 2012 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://app.zsmk-projekty.eu/default.aspx?id=261&dwn=1364>.
- Chemická olympiáda – řešení. 47. ročník. Školní kolo – kategorie C. In: *Univerzita Karlova v Praze* [online]. 2010/2011 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: https://web.natur.cuni.cz/cho/images/stories/47_rocnik/47%20c%20skolni%20reseni%20r1.0.pdf

- Chemická olympiáda - zadání. 47. ročník. Školní kolo - kategorie C. In: *Gymnázium Břeclav* [online]. 2010/2011 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://www.gbv.cz/joomla/attachments/157_47%20C%20Skolni%20zadani.pdf
- KOUT, Martin. Čištění stříbra doma – využití elektrodových potenciálů. In: *Česká chemie.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://www.ceskachemie.cz/svet-chemie/chemie-pro-skoly/stredni-skoly/cisteni-stribra-doma-vyuziti-elektrodovych-potencialu#.V4PgUbiLTIU>
- Kovy a elektrochemická (Beketovova) řada napětí kovů. In: *Jazykové gymnázium Pavla Tigrida, Ostrava – Poruba* [online]. 2013 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: [http://files.tigridfyzika.webnode.cz/200001206-d09d5d197f/05%20Protokol%20%20Kovy%20a%20elektrochemick%C3%A1\(Beketovova\)%C5%99ada%20nap%C4%9Bt%C3%AD%20kov%C5%AF.pdf](http://files.tigridfyzika.webnode.cz/200001206-d09d5d197f/05%20Protokol%20%20Kovy%20a%20elektrochemick%C3%A1(Beketovova)%C5%99ada%20nap%C4%9Bt%C3%AD%20kov%C5%AF.pdf)
- Kovy. Digitální učebnice. In: *Jiráskovo gymnázium – Náchod* [online]. 2016 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://dumy.gymnachod.cz/predmet/chemie/Chemie/Chemie---sada-13/>
- LISNÍKOVÁ, Kateřina. Řada napětí kovů. In: *ZŠ Kapitána Jasioka* [online]. 2013 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://www.hfdata.cz/joom/index.php/chemie9/161-180/579>
- MAZÍK, Michal a Hana GROSSMANNOVÁ. Jednoduché metody identifikace kovových materiálů pro potřeby konzervátorského průzkumu. In: *Metodické centrum konzervace – Technické muzeum v Brně* [online]. 2013 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://mck.technicalmuseum.cz/images/stories/MCK/Methodika/jmikmpkp.pdf>
- ŠTROFOVÁ, Jitka, SIROTEK, Vladimír, ZDRÁHALOVÁ, Milena, BRICHTOVÁ, Jana, SLOUP, Radovan a Stanislava VONEŠOVÁ. *Enviroexperiment – chemie pro 2. stupeň ZŠ*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2012. ISBN 978-80-261-0173-4.
- Ušlechtilý pan Beketov. In: *Věda není žádná věda* [online]. 2014 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://vedaneniveda.cz/Veda/pdf/6_chemie_stredni%20skola/01_obecne_zakonnosti/1.2_Beketov.pdf
- VOZKA, Jiří. Elektrochemie. In: *Gymnázium Jana Nerudy* [online]. 2015 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://kabcizj.gjn.cz/OPPA/VM_CH/CH32_VM_Beketovova_rada_kovu.pdf

9 DISKUSE

Analýzou kurikulárních dokumentů – *Rámcových vzdělávacích programů* (RVP G a RVP SOŠ) a *Školních vzdělávacích programů* (ŠVP G a ŠVP SOŠ v kraji Vysočina) bylo zjištěno, že badatelsky orientovaná přírodovědná výuka (IBSE) je v nich reflektována pouze minimálně - v implicitní podobě, a to v části výchovných a vzdělávacích strategií škol v rámci klíčových kompetencí žáků (např. „*Žák vytváří hypotézy, navrhuje postupné kroky, zvažuje využití různých postupů při řešení problému nebo ověřování hypotézy.*“). Analýza také ukázala, že nejvíce prvků reflektujících v sobě IBSE obsahuje ŠVP Gymnázia v Jihlavě.

Zkoumání byla podrobena také nejčastěji využívaná a běžně dostupná studijní literatura určená pro výuku chemie na gymnáziích a středních odborných školách, kde jsme se zaměřovali na formulaci úloh a experimentální činnost v souvislosti s IBSE či jeho prvky. Učební texty řady z analyzovaných učebnic sice obsahovaly velké množství úloh a demonstračních či žákovských pokusů, ale pouze v minimu z nich lze hovořit o badatelství. Ze srovnání nejlépe vyšly překlady německých učebnic: *Chemie pro střední školy 1a, 1b* / Eisner a kol., překlad: Kratochvíl, Muck a Svoboda (Scientia, 1996, 1997, 1998) a *Chemie pro střední školy 2a, 2b* / Amann a kol., překlad: Kratochvíl, Flemr a Svoboda (Scientia, 1998, 2000), které obsahovaly vůbec nejvíce úloh s badatelským nábojem.

Jakou roli ve výuce chemie na středních školách v kraji Vysočina hraje IBSE jsme zjišťovali dotazníkovým šetřením u středoškolských učitelů chemie. Celková návratnost dotazníků činila 45 %. Z odpovědí respondentů vyplynulo, že se ve výuce chemie vedle tradičních výukových metod (jako jsou metody monologické, dialogické, práce s textem, názorně-demonstrační) stále častěji prosazují také aktivizační metody. Ve prospěch IBSE vynívají zejména aktivizační metody v podobě heuristik, které ve své výuce využívá až 58,1 % respondentů. Co se týče organizačních forem výuky, stále ještě dominuje tradiční hromadná (frontální) forma výuky chemie (- 60,4 % respondentů volilo na škále položku „velmi často“). Pro porovnání skupinovou (kooperativní) výuku, která je dle našeho názoru ideální organizační formou vzhledem k realizaci IBSE, využívá 23,3 % respondentů často a 46,5 % občas. Z odpovědí respondentů rovněž vyplynulo, že míra vedení žáka učitelem je vysoká (plně souhlasí – 16,3 % a spíše souhlasí – 81,4 % respondentů), což odporuje základnímu principu samotného badatelství, které staví na tom, že svoji činnost by měl řídit převážně žák sám a učitel být pouze v roli průvodce na

jeho cestě za poznáním. Pozitivním zjištěním je, že žáci jsou zvědaví a kladou otázky, s čímž souhlasí – 74,4 % respondentů. Důležitou badatelskou schopností žáků je bezesporu schopnost formulovat věcné hypotézy, s tvrzením – „žáci dokáží formulovat věcné hypotézy“ souhlasilo - 39,5 % vs. 53,5 % respondentů nesouhlasilo, zbývajících 7 % se nedokázalo rozhodnout. Výsledky dalších odpovědí týkajících se badatelských schopností žáků, jako je schopnost přicházet s postupy k ověřování hypotéz, provádět experimenty k jejich ověřování, vyhledávat, třídit a kriticky hodnotit informace nejsou vzhledem k realizaci IBSE zrovna příznivé. Kladným zjištěním ale je, že žáci jsou jinak v hodinách chemie poměrně aktivní, což potvrdilo 67,4 % respondentů.

Dotazníkové šetření se zabývalo také experimentální činností žáků, konkrétně pak praktickými dovednostmi žáků a jejich samostatností při práci v laboratoři, které obojí hodnotí respondenti jakožto spíše průměrné, tj. klasifikačně – praktické dovednosti (výborný – 2,3 %, chvalitebný – 37,2 %, dobrý – 34,9 %), samostatnost (výborný – 2,3 %, chvalitebný – 32,6 %, dobrý – 37,2 %), zbylých 18,6 % respondentů uvedlo, že laboratorní cvičení na jejich škole neprobíhají vůbec. Tyto relativně optimisticky vyznívající výsledky zároveň ukazují, že zařazení IBSE či prvků badatelství do laboratorních cvičení je možné a pro mnohé žáky pravděpodobně zvládnutelné.

Co se týče mimoškolní experimentální činnosti žáků, do které jsme zařadili také účast žáků na chemických soutěžích a vůbec veškerou zájmovou a badatelskou činnost žáků v oblasti chemie nad rámec běžné školní výuky, tak výsledky vyznívají velice nepříznivě. Nezáměr žáků o tyto aktivity potvrdilo celých 90,5 % respondentů. V neprospěch bádání jako takového hovoří i nízká úroveň spolupráce středních škol v kraji Vysočina s přírodovědně orientovanými výzkumnými, vývojovými či provozními laboratořemi. Zajímavým zjištěním ale je, že na řadě středních škol v kraji Vysočina jsou žákům k dispozici školní badatelská centra, tj. 7 % respondentů potvrdilo, že jejich škola jím disponuje.

Další série dotazů výzkumného šetření zkoumala, jaké povědomí o IBSE středoškolští učitelé chemie mají, a jestli ji sami ve výuce využívají. Celkem 14 % respondentů uvedlo, že ji využívá ve výuce, pozitivním zjištěním je, že o jejím zařazení do výuky uvažuje 51,2 % respondentů. Za největší překážky bránící v její opravdu efektivní realizaci považují respondenti časovou náročnost její přípravy, realizaci, také nedostatečnou vybavenost školy a nedostatek informačních a podpůrných IBSE materiálů. I proto jsme se rozhodli do praktické části zařadit návrhy pracovních listů obsahujících vybrané úlohy

s prvky badatelství, které by mohly jako inspirace posloužit středoškolským učitelům chemie.

Poslední sekce otázek směřovala k respondentům (14 %), kteří se domnívají, že již mají zkušenosti s realizací IBSE. Většina zkušených respondentů – 57 % odpověděla, že se jim IBSE ve výuce osvědčila, 29 % se nedokázalo rozhodnout, 14 % respondentů se spíše neosvědčila, přitom žádný z respondentů neuvedl, že by se mu IBSE ve výuce vůbec neosvědčila. Realizace IBSE či alespoň jejich prvků ve výuce chemie je jistě pro mnohé učitele velkou výzvou a určitě stojí za pokus, neboť - „Klíč ke vší vědě je otazník“ – *Honoré de Balzac*. A právě jedině bádání je oním otazníkem a zároveň klíčem otvírajícím cestu k novým poznatkům.

10 Závěr

Cílem diplomové práce bylo zjištění stavu badatelsky orientované přírodovědné výuky (IBSE) na středních školách v kraji Vysočina prostřednictvím analýzy kurikulárních dokumentů, středoškolských učebnic chemie a dotazníkového šetření, určeného středoškolským učitelům chemie. Výsledky analýzy ukázaly, že kurikulární dokumenty – *Rámcové vzdělávací programy (RVP G a RVP SOŠ)* a *Školní vzdělávací programy (ŠVP G a ŠVP SOŠ v kraji Vysočina)* se explicitně nezabývají tematikou IBSE. Určitou reflexi badatelství však najít lze, a to v částech zaměřených na klíčové kompetence žáků. V rámci analýzy středoškolských učebnic chemie jsme se zaměřili na formulace úloh a zadání experimentálních činností, ve kterých jsme hledali prvky badatelství. Nejvíce takových úloh jsme zjistili v českých překladech německých středoškolských učebnic chemie - *Chemie pro střední školy 1a, 1b* / Eisner a kol., překlad: Kratochvíl, Muck a Svoboda (Scientia, 1996, 1997, 1998) a *Chemie pro střední školy 2a, 2b* / Amann a kol., překlad: Kratochvíl, Flemr a Svoboda (Scientia, 1998, 2000). Cílem dotazníkového šetření bylo zjistit, jakou roli hraje IBSE ve výuce chemie na středních školách v kraji Vysočina, jaké povědomí o IBSE mají tamní středoškolští učitelé chemie, zjistit jejich názory, postoje, případně jejich osobní zkušenosti s její realizací. Výsledky ukázaly, že IBSE ve výuce chemie na středních školách v kraji Vysočina je spíše jevem ojedinělým, její realizaci potvrdilo 14 % učitelů, zbylých 86 % učitelů ji ve své výuce nerealizuje, pozitivním zjištěním však je, že 51,2 % o jejím zařazení do výuky uvažuje. Je na místě zmínit, že většině učitelů, kteří s ní již mají jisté zkušenosti ve výuce chemie, se IBSE skutečně osvědčila. Největší překážkou při zavádění IBSE výuky chemie spatřují učitelé

zejména v časové náročnosti její přípravy a realizace, nedostatečném vybavení škol, a také chybějících informačních a podpůrných materiálech. Dobrým krokem podporujícím bádání žáků jsou školní badatelská centra, jejichž vznik financoval kraj Vysočina z fondů EU, a kterými disponuje pět středních škol v kraji Vysočina, konkrétně Gymnázium Žďár nad Sázavou, Gymnázium Jihlava, Gymnázium Třebíč, Gymnázium Havlíčkův Brod, Gymnázium a Obchodní akademie Pelhřimov. Závěrem praktické části přinášíme inspiraci zájemcům z řad středoškolských učitelů chemie v podobě návrhů pracovních listů obsahujících vybrané úlohy s prvky badatelství.

Seznam použité literatury

- 1) BANCHI, Heather a Randy BELL. The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*. 2008, č. 2, s. 26-29. ISSN 0036-8148.
- 2) BÍLEK, Martin a Jaroslav HRUBÝ. Počítačem podporovaný školní chemický experiment jako prostředek badatelsky orientované výuky. In: *Chemistry Network* [online]. 2013 [cit. 2016-01-06]. Dostupné z: http://chemistrynetwork.pixel-online.org/data/SUE_db/doc/56_Chemistry%20-%20Bilek%20-%20Hruby.pdf
- 3) BÍLEK, Martin a Veronika MACHKOVÁ. Inquiry on project oriented science education or project orientation of IBSE? In: *Projektové vyučování v přírodovědných oborech*, Praha: Univerzita Karlova – Pedagogická fakulta, 2014, s. 10-20. ISBN 978-80-7290-817-2.
- 4) BÍLEK, Martin a Veronika MACHKOVÁ. *Badatelsky orientovaná výuka chemie – charakteristika a realizace v praxi*. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové, 2015. CZ.1.07/2.3.00/45.0014.
- 5) BRTNOVÁ-ČEPIČKOVÁ, Ivana. *Didaktika přírodovědného základu*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně, 2013. ISBN 978-80-7414-597-1.
- 6) CAMPBELL, Neil a Jane REECE. *Biology*. San Francisco: Benjamin Cummings, 2005. ISBN 0-321-27045-2.
- 7) ČINČERA, Jan. Význam nezávislých expertních center pro šíření badatelsky orientované výuky v České republice. *Scientia in educatione*. 2014, č. 1, s. 74-81. ISSN 1804-7106.
- 8) ČIPKOVÁ, Elen a Štefan KAROLČÍK. Bádateľsky orientované vyučovanie s využitím meracích systémov. *Moderní vyučování*. 2015, č. 5/6, s. 39-41. ISSN 1211-6858.
- 9) ČŠI 2014. *Úlohy pro rozvoj dovedností: metodická publikace pro učitele základních škol a víceletých gymnázií*. Praha: Česká školní inspekce, 2014. ISBN 978-80-905632-2-3.
- 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/Metodika-pro-hodnoceni-rozvoje-PrG.pdf>
- 11) ČTRNÁCTOVÁ, Hana, ČÍŽKOVÁ, Věra, HLAVOVÁ, Lucie a Dana ŘEZNIČKOVÁ. Dovednosti žáků v badatelsky orientované výuce chemie. In: *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied*. Trnava: PF Trnavská univerzita, 2012, s. 31-36. ISBN 978-80-8082-541-6.
- 12) DOMINOVÁ, Daniela. *Aktivizující metody ve výuce dějepisu*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2008. ISBN 978-80-7368-540-9.

- 13) DOSTÁL, Jiří a Milan KLEMENT. Inquiry-based instruction and relating appeals of pedagogical theories and practices. *ScienceDirect* [online]. 2015a, roč. 171, č. 5 [cit. 2016-07-08]. ISSN 1877-0428. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815002037>
- 14) DOSTÁL, Jiří. Badatelsky orientovaná výuka jako trend soudobého vzdělávání. *e-PEDAGOGIUM – nezávislý odborný časopis pro interdisciplinární výzkum v pedagogice*. 2013a, č. 3, s. 81-93. ISSN 1213-7758.
- 15) DOSTÁL, Jiří. Experiment jako součást badatelsky orientované výuky. *Trendy ve vzdělávání*. [online]. 2013b, roč. 6, č. 1 [cit. 2016-14-07]. ISSN 1805-8949. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/279981135_EXPERIMENT_AS_PART_OF_INQUIRY-BASED_INSTRUCTION?enrichId=rgreq-cf1061e0-f2f2-4c99-8311-9b1b9b668740&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI3OTk4MTEzNTtBUzoyNTAxMzA1NDA1Mjc2MTZAMTQzNjY0NzE3NjE0NQ%3D%3D&el=1_x_2
- 16) DOSTÁL, Jiří. *Badatelsky orientovaná výuka: pojetí, podstata, význam a přínosy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015a. ISBN 978-80-244-4393-5.
- 17) DOSTÁL, Jiří. The definition of the term „Inquiry-based instruction“ In: *International Journal of Instruction* [online]. 2015b, roč. 8., č. 2, s. 69 – 82 [cit. 2016-01-06]. ISSN 1694-609X. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/abstract?site=eds&scope=site&jrnl=1694609X&AN=103677100&h=r78Y9r7SH7xfDIEp00WizsdwMyvEx9s1t79ArmV%2fruZQHVFksHjmWiHEZhV%2bRM5KBOz59HTw25%2bWQNhBJiUg%3d%3d&crl=c&resultLocal=ErrCrlNoResults&resultNs=Ehost&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d1694609X%26AN%3d103677100>
- 18) DOSTÁL, Jiří. The draft of the competencial model of the teacher in the context of the inquiry-based instruction. In: *ScienceDirect*. [online] 2015c, roč. 7, č. 186, s. 998 - 1006 [cit. 2016-01-06]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815023927>
- 19) DOSTÁL, Jiří. Inquiry-based instruction and teacher's competences for its realization. *Journal of Technology and Information Education*. 2015d, č. 1, s. 7-34. ISSN 1803-537X.
- 20) DOUBRAVA, Lukáš. Badatelské dovednosti jsou povinnou součástí kurikula. *Učitel'ské noviny*. 2014, č. 26, s. 4-6. ISSN 0139-5718.
- 21) Eurydice. *Přírodovědné vzdělávání v Evropě jednotlivých zemí, praxe a výzkum*. Luxembourg: Publications Office, 2012. ISBN 978-929-2012-465. Dostupné z: http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice./documents/thematic_reports/133CS.pdf

- 22) FENSTERMACHER, Gary a Jonas SOLTIS. *Vyučovací styly učitelů*. Praha: Portál, 2008. ISBN 978-80-7367-471-7.
- 23) GANAJOVÁ, Mária, KRISTOFOVÁ, Milena a Peter PROTIVŇÁK. Formativne hodnotenie zamerané na sebareflexiu výučby s bádateľskými aktivitami v chémii. Prezentácia inovatívnych trendov a koncepčných zámerov vo vyučovaní, hlavne v predmete chémia na všetkých typoch škôl. In: *Zborník z 2. národnej konferencie učiteľov chémie*. Košice: PĚF UPJŠ, 2014, s. 24-32. ISSN 1339-5904.
- 24) GLASERSFELD, Ernst. *Environment and education. Transforming children's mathematics education: international perspectives*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1990. ISBN 0-8058-0605-9.
- 25) GRECOVÁ, Marcela a Anna MITTNEROVÁ. Jak získávat mladé talenty do vědy a výzkumu aneb zvědavost žáků při výuce chemie, jde to vůbec? In: *EUPRO II - VŠCHT Praha* [online]. 2014 [cit. 2016-06-28]. Dostupné z: http://eupro.vscht.cz/files/uzel/0013268/IBSE+na+VS%CC%8CCHT_v3_s_odkazy.pdf
- 26) HAVIGEROVÁ, Jana - Marie. *Pět pohledů na nadání*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3857-4.
- 27) HOLUBCOVÁ, Mária. Přírodovedná gramotnosť a rozvoj spoločnosti. In: *RVP - Metodický portál* [online]. 2013 [cit. 2016-01-06]. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/z/17643/PRIRODOVEDNA-GRAMOTNOST-A-ROZVOJ-SPOLOCNOSTI.html/>
- 28) HONZÍKOVÁ, Jarmila a Margaréta SOJKOVÁ. *Tvůrčí technické dovednosti*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2014. ISBN 978-80-261-0412-4.
- 29) IGAZ, Czaba. Rozvoj prírodovednej gramotnosti žiakov prostredníctvom chemických učebných úloh. In: *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie*. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové, 2009, s. 162-170. ISBN 978-80-7041-827-7.
- 30) JANČAŘÍKOVÁ, Kateřina. Přírodovědná inteligence: diagnostika a péče o přírodovědně talentované žáky a studenty v ČR. In: *Envigogika* [online]. 2009, roč. 4, č. 3 [cit. 2016-01-06]. DOI: 10.14712/18023061.43, ISSN 1802-3061. Dostupné z: <http://www.envigogika.cuni.cz/index.php/Envigogika/article/view/43>
- 31) KASPEROVÁ, Dana. Co nabízí projekt EDUTECH pro učitele??? In: *Technická univerzita v Liberci* [online], 2015 [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/6409181-Co-nabizi-projekt-edutech-pro-ucitele-1-badatelcky-ve-vyuce-kurzy-dvpp-pro-ucitele-zs-a-ss.html>
- 32) KOŽUCHOVÁ, Mária. Retrospektívy a perspektívy koncepcií technického vzdelávania. *Trendy ve vzdělávání*. [online]. 2014, roč. 7, č. 1 [cit. 2016-14-07]. ISSN 1805-8949. Dostupné z: http://tvv-journal.upol.cz/artkey/tvv-201401-0013_RETROSPEKTIVY_A_PERSPEKTIVY_KONCEPCII_TECHNICKEHO_V

ZDELAVANIA.php?back=%2Fsearch.php%3Fquery%3Dko%25BEuchov%25E1%2Bin%253Aauth%2Bname%2Bkey%2Babstr%26sfrom%3D0%26spage%3D30

- 33) KRISTOFOVÁ, Milena a Mária 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.
- 34) KUHNNOVÁ, Marta. How to teach about energy through inquiry or preparing scientific correctly worksheets. In: *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie*. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové, 2014, s. 144-156. ISBN 978-80-7435-415-1.
- 35) LUKÁČ, Stanislav. Bádateľský prístup k výučbe trojuholníkov. *Matematika, fyzika, informatika: časopis pro výuku na základních a středních školách*. 2014, č. 5, s. 337-351. ISSN 1210-1761.
- 36) MALINOVÁ, Dagmar a Petra MARŠÍČKOVÁ. Nadání je třeba rozvíjet. Metodická příručka pro pedagogické pracovníky. *Most 2000: občanské sdružení pro kulturu a vzdělání* [online]. Most 2000, 2013 [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: <http://nadanijetrebarozvijet.cz/files/Studijni-materialy/Metodick%C3%A1%20p%C5%99%C3%ADru%C4%8Dka%20pro%20pedagogick%C3%A9%20pracovn%C3%ADky.pdf>
- 37) MANDÍKOVÁ, Dana, ČÍŽKOVÁ, Věra, ČTRNÁCTOVÁ, Hana, HOUFKOVÁ, Jitka a Dana ŘEZNÍČKOVÁ. *Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti. Utváření kompetencí žáků na základě zjištění výzkumu PISA 2009*. Praha: ČSI, 2012. ISBN 978-80-905370-1-9.
- 38) MARŠÁK, Jan. Přírodovědná gramotnost: srovnávací analýza. In: *RVP - Metodický portál* [online]. 2011 [cit. 2016-01-06]. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/a/13313/10967/PRIRODOVEDNA-GRAMOTNOST---SROVNAVACI-ANALYZA-1-CAST.html/>
- 39) NEZVALOVÁ, Danuše, BÍLEK, Martin a Karla HRBÁČKOVÁ. *Inovace v přírodovědném vzdělávání*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2010. ISBN 978-80-244-2540-5.
- 40) NÚV. *Přírodovědná gramotnost ve výuce: příručka učitele se souborem úloh*. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, školské poradenské zařízení a zařízení pro další vzdělávání pedagogických pracovníků (NÚV), 2011. ISBN 978-80-86856-83-4.
- 41) OSUSKÁ, Ľubica a Branislav PUPALA. Vývoj, podoby a odkazy teórie konštruktivismu. *Pedagogická revue. Časopis pre pedagogickú teóriu a prax*. 2000, č. 2, s. 101-114. ISSN 1335-1982.
- 42) PAPÁČEK, Miroslav. Badatelsky orientované prírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*. 2010, č. 1, s. 33-49. ISSN 1804-7106.

- 43) PASCH, Marvin. *Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině: jak pracovat s kurikulem*. Praha: Portál, 1998. ISBN 80-7178-127-4.
- 44) PETLÁK, Erich. *Všeobecná didaktika*. Bratislava: Iris, 2004. ISBN 80-89018-64-5.
- 45) PETR, Jan. Biologická olympiáda – inspirace pro badatelsky orientované vyučování přírodopisu a jeho didaktiku. In: STUHLÍKOVÁ, Iva a Miroslav PAPÁČEK, eds. *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. Sborník příspěvků semináře: 25. a 26. března 2010*. České Budějovice: PF JČU, 2010, s. 136-144. ISBN 978-80-7394-210-6.
- 46) PETRILÁKOVÁ, Monika a Hana 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) PETRILÁKOVÁ, Monika a Veronika ZÁMĚČNÍKOVÁ. 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.
- 48) PISA 2008. *Co umí čeští žáci: výzkum PISA*. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání - nakladatelství Tauris, 2008. ISBN 978-80-211-0555-3.
- 49) PRAŽIENKA, Miroslav. Vražda klenotníka Beketova (The Murder of the Jeweller Beketov). In: *Projektové vyučování v přírodovědných oborech*, Praha: Univerzita Karlova – Pedagogická fakulta, 2014, s. 57-63. ISBN 978-80-7290-817-2.
- 50) PRŮCHA, Jan. *Moderní pedagogika*. Praha: Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-503-5.
- 51) QUESADA, Antonio a Marta ARIZA. Supramolecular chemistry. Hydrogen bonding as a core for inquiry-based learning tasks. In: *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie*. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové, 2014, s. 33-44. ISBN 978-80-7435-415-1.
- 52) Rámcové vzdělávací programy. In: *MŠMT ČR* [online]. 2016 [cit. 2016-07-08]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/skolskareforma/ramcove-vzdelavaci-programy>
- 53) ROHLÍKOVÁ, Lucie a Jana VEJVODOVÁ. *Vyučovací metody na vysoké škole: praktický průvodce výukou v prezenční i distanční formě studia*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4152-9.
- 54) ROCHOVSKÁ, Ivana a Dagmar KRUPOVÁ. *Vědci v mateřské škole: aktivity pro malé badatele*. Praha: Portál, 2015. ISBN 978-80-262-0818-1.
- 55) RONIS, Diane. *Problem-based learning for math: integrating inquiry and the Internet*. Thousand Oaks, Kalifornie: Corwin Press, 2008. ISBN 14-129-5559-9.
- 56) RUSEK, Martin a Dagmar STÁRKOVÁ. The Use of M-Technology in Problem, Inquiry and Project-Based Education. In: *Projektové vyučování v přírodovědných*

- oborech, Praha: Univerzita Karlova – Pedagogická fakulta, 2014, s. 85-91. ISBN 978-80-7290-817-2.
- 57) RYPLOVÁ, Renata a Jarmila REHÁKOVÁ. Přínos badatelsky orientovaného vyučování (BOV) pro environmentální výchovu: Případová studie implementace BOV do výuky na ZŠ. *Envigogika* [online]. 2011, roč. 6, č. 3 [cit. 2016-03-14]. ISSN 1802-3061. DOI: 10.14712/18023061.65. Dostupné z: <http://www.envigogika.cuni.cz/index.php/Envigogika/article/view/65>
- 58) ŘEZNÍČKOVÁ, Dana. Badatelsky orientovaná výuka geografie. *Geografické rozhledy*. 2013, č. 1, s. 12-15. ISSN 1210-3004.
- 59) SAMKOVÁ, Libuše, HOŠPESOVÁ, Alena, ROUBÍČEK, Filip a Marie TICHÁ. Badatelsky orientované vyučování matematice. *Scientia in educatione*. 2015, č. 1, s. 91-122. ISSN 1804-7106.
- 60) SAMKOVÁ, Libuše. 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.
- 61) SERAFÍN, Čestmír, DOSTÁL, Jiří a Martin HAVELKA. Inquiry-based instruction in the context of constructivism. In: *ScienceDirect* [online]. 2015, roč. 7, č. 186, s. 592 - 599 [cit. 2016-01-06]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815023101>
- 62) SLAVÍK, Martin, GRÉGR, Jan a Bořivoj JODAS. Vizualizace chemických struktur v badatelsky orientované výuce. In: *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie*. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové, 2014, s. 351-361. ISBN 978-80-7435-415-1.
- 63) SOLÁROVÁ, Marie. Domácí chemické pokusy. In: *Univerzita Palackého v Olomouci a Ostravská univerzita* [online]. 2011 [cit. 2016-06-28]. Dostupné z: http://ucitelchemie.upol.cz/materialy/experimenty/experimenty_solarova_domaci_chemicke_pokusy.pdf
- 64) SPILKOVÁ, Vladimíra. *Proměny primární školy a vzdělávání učitelů v historicko-srovnávací perspektivě*. Praha: Univerzita Karlova, 1997. ISBN 80-860-3941-2.
- 65) STUHLÍKOVÁ, Iva a Miroslav PAPÁČEK. Badatelsky orientované vyučování. In: *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. Sborník příspěvků semináře: 25. a 26. března 2010*. České Budějovice: PF JČU, 2010. s. 128-162. ISBN 978-80-7394-210-6.
- 66) ŠKODA, Jiří a Pavel DOULÍK. Inquiry-based science education – Módní vlna nebo naděje pro obrodu přírodovědného vzdělávání? In: *Pedagogické a psychologické aspekty edukácie*, Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa – Pedagogická fakulta, 2013, s. 10-19. ISBN: 978-80-558-0501-6.

- 67) ŠORGO, Andrej. Inquiry-based instructions in science education - myths and perspectives, PP - prezentace. In: *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie*. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové, 2014. ISBN 978-80-7435-415-5.
- 68) ŠVECOVÁ, Milada. *Školní projekty v environmentální výchově a jejich využití ve školní praxi*. České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2012. ISBN 978-80-87472-36-1.
- 69) TRNA, Josef. Využití IBSE ve výuce fyziky. In: *Veletrh nápadů učitelů fyziky: sborník z konference*. Plzeň: ZČU, 2011, s. 237-245. ISBN 978-80-244-2894-9.
- 70) TRNOVÁ, Eva. Co je to IBSE? – „Nic nového pod sluncem.“ In: *Chemické vzdělávání* [online]. 2013 [cit. 2016-06-28]. Dostupné z: <http://files.chemicke-vzdelavani.webnode.cz/200000018-84d8a85dbb/Trnova.pdf>.
- 71) VOTÁPKOVÁ, Dana. *Badatelé.cz: průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním*. Praha: Sdružení Tereza, 2013. ISBN 978-80-87905-02-9.
- 72) ZÁMEČNÍKOVÁ, Veronika a Hana ČTRNÁCTOVÁ. Implementace badatelsky orientovaného přístupu v chemickém vzdělávání. *Biológia, ekológia, chémia: časopis pre školy*. 2014, č. 4, s. 11-15. ISSN 1338-1024.

Seznam použité literatury – pracovní listy

- 1) ČTRNÁCTOVÁ, Hana. *Chemie. Sbírká úloh pro společnou část maturitní zkoušky*. Praha: Tauris, 2001. ISBN 80-211-0392-2.
- 2) KLEČKOVÁ, Marta a Zdeněk ŠINDELÁŘ. *Školní pokusy z anorganické a organické chemie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3980-8.
- 3) MOKREJŠOVÁ, Olga. *Praktická a laboratorní výuka chemie: na základních a středních školách*. Praha: Triton, 2005. ISBN 80-7254-726-7.
- 4) ŠTROFOVÁ, Jitka. *Enviroexperiment - chemie pro SŠ*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2012. ISBN 978-80-261-0174-1.
- 5) Dělení homogenních směsí (roztoků) destilací. In: *Chemie – biologie, GJO* [online]. 2014 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://chemiebiologie.gjo.cz/PLchemie/VL04.pdf>
- 6) DVOŘÁKOVÁ, Alena. Galvanické pokovování a reakce kovů. In: *Arcibiskupské gymnázium v Kroměříži* [online]. 2013 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://www.agkm.cz/projekt_inovace/ch/Galvanicke_pokovovani_a_reakce_kovu.pdf
- 7) Filtrování za použití různých filtračních materiálů. In: *Chytrák* [online]. 2011 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://jane111.chytrak.cz/Ch8/L1_filtrace.pdf

- 8) Gelová elektroforéza. In: *Molekulární biologie VFU Brno* [online]. 2011 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://mmp.vfu.cz/opvk2011/?title=popis_metod-gelova_elektroforeza
- 9) HANČOVÁ, Hana. Beketova řada prvků. In: *Gymnázium V. Nováka Jindřichův Hradec* [online]. 2012 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://opvksablony.gvn.cz/pracovni_listy/52_2sada_chem/VY_52_INOVACE_CHE_S2.01.pdf
- 10) HRŮŠOVÁ, Vlasta. Beketovova řada napětí kovů. In: *ZŠ Marušky Kudeřikové* [online]. 2012 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://app.zsmk-projekty.eu/default.aspx?id=261&dwn=1364>.
- 11) Chemická olympiáda – řešení. 47. ročník. Školní kolo – kategorie C. In: *Univerzita Karlova v Praze* [online]. 2010/2011 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: https://web.natur.cuni.cz/cho/images/stories/47_rocnik/47%20c%20skolni%20reseni%20r1.0.pdf
- 12) Chemická olympiáda - zadání. 47. ročník. Školní kolo - kategorie C. In: *Gymnázium Břeclav* [online]. 2010/2011 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://www.gbv.cz/joomla/attachments/157_47%20C%20Skolni%20zadani.pdf
- 13) Chutí máme na výběr, aneb co není kyselé, není ani sladké. In: *Otevřená věda* [online]. 2015 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://data.otvrenaveda.projekty.avcr.cz/miranda2/export/sitesavcr/data.avcr.cz/projekty/otvrenaveda/kurzy-pro-pedagogy/metodiky-laboratornich-cviceni-pro-zs/chuti-mame-na-vyber.pdf>
- 14) KOUT, Martin. Čištění stříbra doma – využití elektrodových potenciálů. In: *Česká chemie.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://www.ceskachemie.cz/svet-chemie/chemie-pro-skoly/stredni-skoly/cisteni-stribra-doma-vyuziti-elektrodovych-potencialu#.V4PgUbiLTIU>
- 15) Kovy a elektrochemická (Beketovova) řada napětí kovů. In: *Jazykové gymnázium Pavla Tigrida, Ostrava – Poruba* [online]. 2013 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: [http://files.tigridfyzika.webnode.cz/200001206-d09d5d197f/05%20Protokol%20Kovy%20a%20elektrochemick%C3%A1\(Beketovova\)%C5%99ada%20nap%C4%9Bt%C3%AD%20kov%C5%AF.pdf](http://files.tigridfyzika.webnode.cz/200001206-d09d5d197f/05%20Protokol%20Kovy%20a%20elektrochemick%C3%A1(Beketovova)%C5%99ada%20nap%C4%9Bt%C3%AD%20kov%C5%AF.pdf)
- 16) Kovy. Digitální učebnice. In: *Jiráskovo gymnázium – Náchod* [online]. 2016 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://dumy.gymnachod.cz/predmet/chemie/Chemie/Chemie---sada-13/>
- 17) Kyseliny, zásady, měření pH, acidobazické indikátory. In: *Věda není žádná věda* [online]. 2014 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://vedaneniveda.cz/Veda/pdf/3_chemie_zakladni%20skola/02_rizikoBezpeci/2.1_kysele_zasadite1.pdf

- 18) LISNÍKOVÁ, Kateřina. Řada napětí kovů. In: *ZŠ Kapitána Jasioka* [online]. 2013 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://www.hfdata.cz/joom/index.php/chemie9/161-180/579>
- 19) MAZÍK, Michal a Hana GROSSMANNOVÁ. Jednoduché metody identifikace kovových materiálů pro potřeby konzervátorského průzkumu. In: *Metodické centrum konzervace – Technické muzeum v Brně* [online]. 2013 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://mck.technicalmuseum.cz/images/stories/MCK/Methodika/jmikmpkp.pdf>
- 20) Oddělování složek směsí I. In: *Fyzika* [online]. 2013 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://files.tigridfyzika.webnode.cz/200001196-a70c6a8066/02%20N%C3%A1vod%20%20Odd%C4%9Blov%C3%A1n%C3%AD%20slo%C5%BEEK%20sm%C4%9Bs%C3%AD%20I.pdf>
- 21) Přírodní indikátory. In: *Chemie – biologie, GJO* [online]. 2014 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://chemiebiologie.gjo.cz/wp-content/uploads/2014/03/PracList40s.pdf>
- 22) Přírodní zdroje organických sloučenin. In: *SPŠ – Vítkovice* [online]. 2010 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://www.sps-vitkovice.cz/texty/texty/CHE/CHE_12_Prirodnr_zdroje_organickyh_sloucenin_MAN.pdf
- 23) Směsi. In: *Výukové materiály ZŠ Nový Jičín* [online]. 2016 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: <http://www.komenskeho66.cz/materialy/chemie/WEB-CHEMIE8/smesi.html>
- 24) ŠTROFOVÁ, Jitka, SIROTEK, Vladimír, ZDRÁHALOVÁ, Milena, BRICHTOVÁ, Jana, SLOUP, Radovan a Stanislava VONEŠOVÁ. *Enviroexperiment – chemie pro 2. stupeň ZŠ*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2012. ISBN 978-80-261-0173-4.
- 25) Ušlechtilý pan Beketov. In: *Věda není žádná věda* [online]. 2014 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://vedaneniveda.cz/Veda/pdf/6_chemie_stredni%20skola/01_obecne_zakonnosti/1.2_Beketov.pdf
- 26) VOJÍŘOVÁ, Eva. Dělení složek směsí. In: *Gymnázium – Vlašim* [online]. 2013 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://www.gymvla.cz/wp-content/uploads/DUM/7/7_2/7_2_CH_05.pdf
- 27) VOZKA, Jiří. Elektrochemie. In: *Gymnázium Jana Nerudy* [online]. 2015 [cit. 2016-07-21]. Dostupné z: http://kabcizj.gjn.cz/OPPA/VM_CH/CH32_VM_Beketovova_rada_kovu.pdf

Seznam příloh

- **Příloha 1:** Výsledky testu přírodovědné gramotnosti v roce 2006 (zpracováno dle: PISA, 2008)
- **Příloha 2:** Tradiční (transmisivní) přístup vs. IBSE (zpracováno dle: Krejčová a Kargerová, 2003 in Nezvalová a kol., 2010, s. 27 - 28)
- **Příloha 3:** Znaky konstruktivistické výuky (zpracováno dle: Rohlíková a Vejvodová, 2012, str. 102)
- **Příloha 4:** Metody poznávání, jejich příklady a charakteristika (zpracováno dle: Dostál, 2015a, str. 50)
- **Příloha 5:** Induktivní přístupy ve výuce (zpracováno dle: Pasch a kol., 1998, s. 231)
- **Příloha 6:** Přepis názorného příkladu badatelské hodiny v chemii, dle Suchmana, na problematice teploty varu vody v závislosti na tlaku (zpracováno dle: Pasch a kol., 1998, s. 231 - 232)
- **Příloha 7:** Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G (zpracováno dle: ŠVP G - Chotěboř, 2014)
- **Příloha 8:** Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G (zpracováno dle: ŠVP G – Nové Město na Moravě, 2014)
- **Příloha 9:** Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G a SOŠ (zpracováno dle: ŠVP G a SOŠ – Ledec nad Sázavou, 2013)
- **Příloha 10:** Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G a SOŠ (zpracováno dle: ŠVP G a SOŠ – Telč, 2015)
- **Příloha 11:** Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP SOŠ (zpracováno dle: ŠVP SOŠ – Jihlava, 2013)
- **Příloha 12:** Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G (zpracováno dle: ŠVP G – Velké Meziříčí, 2010)
- **Příloha 13:** Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G (zpracováno dle: ŠVP G – Havlíčkův Brod, 2013)
- **Příloha 14:** Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP SOŠ (zpracováno dle: ŠVP SOŠ – Jihlava, 2011)
- **Příloha 15:** Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G (zpracováno dle: ŠVP G – Žďár nad Sázavou, 2009)

- **Příloha 16:** Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G (zpracováno dle: ŠVP G – Pelhřimov, 2014)
- **Příloha 17:** Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G (zpracováno dle: ŠVP G – Třebíč, 2015)
- **Příloha 18:** Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP SOŠ (zpracováno dle: ŠVP SOŠ – Třešť, 2015)
- **Příloha 19:** Přehled středních škol v kraji Vysočina (zpracováno dle: <http://extranet.kr-vysocina.cz/seznam-skol/>)
- **Příloha 20:** E - dotazník určený středoškolským učitelům chemie v kraji Vysočina
- **Příloha 21:** Řešení pracovních listů

Přílohy:

Příloha 1: Výsledky testu přírodovědné gramotnosti v roce 2006 (zpracováno dle:
PISA, 2008)

| Země | Průměrný výsledek |
|------------------------|--------------------------|
| Finsko | 563 |
| Hongkong | 542 |
| Kanada | 534 |
| Japonsko | 531 |
| Austrálie | 527 |
| Německo | 516 |
| Velká Británie | 515 |
| Česká republika | 513 |
| Švýcarsko | 512 |
| Rakousko | 511 |
| Maďarsko | 504 |
| Švédsko | 503 |
| Polsko | 498 |
| Francie | 495 |
| Chorvatsko | 493 |
| Island | 491 |
| USA | 489 |
| Slovensko | 488 |
| Španělsko | 488 |
| Norsko | 487 |
| Rusko | 479 |
| Itálie | 475 |
| Řecko | 473 |
| Chile | 438 |
| Turecko | 424 |

| | |
|------------|-----|
| Rumunsko | 418 |
| Argentina | 391 |
| Katar | 349 |
| Kyrgyzstán | 322 |

Příloha 2: Tradiční (transmisivní) přístup vs. IBSE (zpracováno dle: Krejčová a Kargerová, 2003 in Nezvalová a kol., 2010, s. 27 - 28)

TRADIČNÍ PŘÍSTUP

Škola předává žákům především vzdělání, jako výsledný produkt, který je nutno si osvojit v hotové podobě.

Obsah vzdělání je určován zvnějšku, je předkládán v oddělených předmětech a důraz je kladen především na osvojení si vědomostí.

Nové poznatky jsou cílem, kterého je třeba dosáhnout, a které předkládá učitel prostřednictvím učebnic.

Učitelé nesou odpovědnost za dění ve třídě, určují pravidla a kontrolují, jsou v ní hlavní autoritou a představují roli „předavatelů“ informací.

Žák je považováno za pasivního příjemce, za „čistý list papíru“, na který je třeba vepsat informace.

KONSTRUKTIVISTICKÝ PŘÍSTUP

Škola připravuje žáky pro život a vzdělání je považováno za proces, který nikdy nekončí.

Na rozhodování o obsahu vzdělání se podílejí všichni zainteresovaní (odborníci, pedagogové, rodiče, žáci), je integrován do smysluplných celků a důraz je kladen na osvojení klíčových kompetencí.

Nové poznatky jsou nástrojem k porozumění sobě i okolnímu světu, žáci si je budují sami, učitelé jsou partnery podporující učení a nabízející práci s mnoha zdroji.

Pravidla pro práci a chování ve třídě tvoří učitel společně s žáky, každý nese odpovědnost za své chování a učitelé jsou „průvodci“ na cestě za vzděláním, kteří žáky respektují.

Žák je chápán jako aktivní tvůrce a samostatně myslící bytost, která si konstruuje vlastní poznávání na základě svých zkušeností svým vlastním způsobem.

Učitel vyučuje celou třídu stejným způsobem, většinou frontálně, děti plní příkazy učitele, pracují převážně individuálně.

Učitel nabízí žákům možnost práce různým způsobem, respektuje jejich individuální rozdíly, žáci mohou pracovat individuálně, ve dvojicích, ve skupinách. Mají možnost si pomáhat a spolupracovat.

Komunikace s rodiči je vyhrazena pro případy, kdy je třeba informovat o výsledcích žáka nebo pokud se objeví nějaký problém, škola žije svým vlastním životem.

Rodiče jsou považováni za partnery učitele, jsou ve škole vždy vítáni a očekává se jejich účast na školním vzdělávání svého žáka.

Hodnocení je zcela v kompetenci učitele a je založeno na porovnávání úspěšnosti žáka s ostatními žáky prostřednictvím známek.

Hodnocení zachycuje individuální pokrok každého žáka, podílejí se na něm i žáci, které společně s učitelem formulují požadavky (kritéria) hodnocení.

Příloha 3: Znaky konstruktivistické výuky (zpracováno dle: Rohlíková a Vejvodová, 2012, str. 102)

| | |
|---|---|
| Rozmanitá hlediska | Učivo je předkládáno z různých úhlů pohledu, učitel využívá různorodých metod prezentace učiva. |
| Cíle zaměřené na žáka | Žák aktivně pracuje s cíli studia. Cíle odvozuje samostatně a projednává je s učitelem. |
| Učitel jako facilitátor | Učitelé vystupují v roli průvodců, koučů, tutorů a facilitátorů. |
| Reflexe procesu učení | Učební aktivity, příležitosti, nástroje a prostředí podporují reflexi procesu učení a seberegulaci. |
| Autonomie žáka | Žák je hlavním aktérem procesu vhodného zprostředkování učiva i kontroly výsledků učení. |
| Autentické úkoly, reálný kontext | Učební situace, prostředí, techniky, obsah a úkoly jsou relevantní, realistické, autentické a reprezentují přirozenou složitost reálného světa. |
| Konstrukce znalostí | Žáci jsou vedeni k aktivní konstrukci znalostí, ne k pouhé reprodukci. |
| Spolupráce žáků | Konstrukce znalostí vychází z individuálních zkušeností žáka a utváří se během diskuze ve skupině. |
| Předchozí znalosti | V procesu konstrukce znalostí jsou brány v úvahu předchozí znalosti, domněnky a postoje žáků. |

| | |
|---|--|
| Řešení problémů | Je kladen důraz na řešení problémů, myšlení vyššího řádu a hluboké porozumění učivu. |
| Práce s chybou | Chyba je respektována jako příležitost pro vhled do předchozích znalostí žáka. S chybou se pracuje. |
| Objevování | Zkoumání a objevování je považováno za jednu z nejefektivnějších metod povzbuzení žáků k nezávislému získávání znalostí. |
| Zkušenostní učení | Žákům jsou poskytovány příležitosti k získání praktických zkušeností a dovedností při zvyšující se náročnosti úkolů a za pomoci učitele. |
| Mezipředmětové vztahy | Složitost znalostí je reflektována a cíleně rozvíjena v projektovém učení zdůrazňujícím mezipředmětové vztahy. |
| Alternativní stanoviska | Je podporováno kolaborativní a kooperativní učení, v jehož rámci se žák setkává s rozdílnými názory a stanovisky ostatních. |
| Postupná podpora | Učitel poskytuje žákům průběžnou postupnou podporu a motivaci k překonávání hranic jejich dosavadních znalostí a dovedností. |
| Autentické (přirozené) hodnocení | Hodnocení studijních výsledků není odděleno od procesu učení. Důraz je kladen spíše na průběžné hodnocení než na výkon při jednorázovém testu. |
| Primární zdroje | Pro zajištění autenticity a respektování složitosti reálného světa jsou využívány primární zdroje informací. |

Příloha 4: Metody poznávání, jejich příklady a charakteristika (zpracováno dle: Dostál, 2015a, str. 50)

| Metody pozorování | Příklady metod | Charakteristika metody |
|--------------------------|-----------------------|---|
| <i>Empirické</i> | <i>Pozorování</i> | Pozorování jevů a vztahů smysly či za využití techniky. Je zde minimalizován vliv badatele. |

| | | |
|-----------------------|------------------------|--|
| | <i>Měření</i> | Aktivní kvantitativní zkoumání vlastností předmětů, jevů či procesů. |
| | <i>Experiment</i> | Slouží k vyvrácení či ověření hypotézy. Badatel aktivně zasahuje do experimentu a ovlivňuje tak jeho proměnné. |
| <i>Logické</i> | <i>Analýza</i> | Faktické či myšlenkové rozdělení celku na části. |
| | <i>Syntéza</i> | Spojování poznatků. Badatel postupuje od části k celku. |
| | <i>Indukce</i> | Generalizace. Postup vyvozování obecného závěru z dílčích poznatků. |
| | <i>Dedukce</i> | Potup od obecného k jednotlivému. |
| | <i>Analogie</i> | Odvození závěru na základě podobnosti. |
| | <i>Komparace</i> | Porovnávání na základě určitých kritérií. |
| | <i>Strukturalizace</i> | Redukované znázornění, které však i přesto zachovává charakter celku s jeho specifickými znaky. |
| | <i>Abstrakce</i> | Výběr podstatné charakteristiky, eliminace nepodstatné. |
| | <i>Konkretizace</i> | Upřesňování. Aplikace charakteristiky obecně platné pro třídu objektů na konkrétní objekty. |

Příloha 5: Induktivní přístupy ve výuce (zpracováno dle: Pasch a kol., 1998, s. 231)

| Typ hodiny | Použití | Hlavní vlastnosti / stádia |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| <i>Utváření pojmů</i> | Rozvíjení pojmového myšlení | <ol style="list-style-type: none"> 1. Výčet údajů 2. Roztřídění údajů do kategorií 3. Pojmenování pojmů |
| <i>Určení pojmu</i> | Rozvíjení pojmového myšlení | <ol style="list-style-type: none"> 1. Zkoumání pozitivních a negativních příkladů pojmu 2. Zařazení nových exemplářů do kategorie pozitivních nebo negativních příkladů 3. Odvození pravidel / kritérií pro vymezení pojmu 4. Vytvoření nebo přijetí názvu pojmu |
| <i>Suchmanova badatelská hodina</i> | Formulace generalizací (zákonitostí) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Pozorování záhadné události 2. Zjišťování informací pomocí uzavřených otázek (ano, ne), na jejichž základě by bylo možno událost vysvětlit a identifikovat důležité proměnné 3. Ověření hypotézy kladením otázek nebo manipulací s proměnnými 4. Stanovení závěrů |
| <i>Jiné badatelské hodiny</i> | Formulace generalizací | <ol style="list-style-type: none"> 1. Zkoumání řady údajů 2. Formulace hypotéz o těchto údajích 3. Ověření hypotéz na dodatečných údajích 4. Formulace závěru |

| | | |
|---------------------------------|---------------------------|--|
| <i>Autentický výzkum</i> | Produkce nových vědomostí | <ol style="list-style-type: none"> 1. Studium daného tématu 2. Položení otázky, kterou je možno zkoumat deskriptivním, historickým nebo experimentálním výzkumem 3. Volba odpovídající metodiky výzkumu a nalezení zdrojů informací 4. Shromáždění informací 5. Zkoumání informací 6. Formulace závěru |
|---------------------------------|---------------------------|--|

Příloha 6: Přepis názorného příkladu badatelské hodiny v chemii, dle Suchmana, na problematice teploty varu vody v závislosti na tlaku (zpracováno dle: Pasch a kol., 1998, s. 231 - 232)

1. Učitelka předloží rozpornou událost (po objasnění základních pravidel hodiny). Například přivede vodu v baňce nad plamenem kahanu do varu, poté baňku uzavře zátkou a ochladí proudem vody z vodovodu. Voda začne znovu vřít. Učitelka vyzve žáky, aby zkusili přijít na to, proč se voda začala znovu vařit, přestože byla zjevně ochlazována.
2. Žáci kladou otázky, aby získali další informace a izolovali odpovídající proměnné. Učitelka odpovídá pouze „ano“ nebo „ne“. Žáci se ptají, zda na průběh pokusu má nějaký vliv použitá baňka (ne). Zda se jedná o určitou zvláštní chemickou reakci něčeho, co bylo ve vodě rozpuštěno (ne). Zda s tím souvisí tlak v baňce (ano). Otázek položí ještě více.
3. Žáci ověřují obecné vztahy. V tomto případě se ptají, zda var vznikl v důsledku kondenzace vodní páry v ochlazované baňce (ano). Zda nižší tlak v baňce vedl k tomu, že voda vřela, přestože neměla teplotu sto stupňů (ano). Poté zjištěné pravidlo ověří v jiné situaci (buď učitelka realizuje jiný pokus, nebo vysvětlí, jak pracuje Papinův hrnec, kde zvýšením tlaku naopak stoupne teplota varu apod.)
4. Žáci formulují generalizaci: „Bod varu vody souvisí s tlakem nad hladinou vody.“ V pozdějších hodinách si žáci spojí tuto zkušenost s dalšími důležitými vlivy tlaku

na průběh skupenských přeměn, např. s tím, jak tlak změni teplotu tání ledu a proč voda taje pod noži bruslí.

5. Učitelka vede žáky v analýze jejich myšlenkových postupů (metakognice). Jaké byly důležité proměnné? Jak jste si spojili příčiny a důsledky? atd.

Příloha 7: Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G (zpracováno dle: ŠVP G - Chotěboř, 2014)

Gymnázium, Chotěboř

| | |
|-------------------------------------|---|
| <i>Kompetence k učení</i> | Učitel vede žáky k samostatnému objevování při získávání nových poznatků, do vyučování jsou zařazovány činnosti, které podporují zvědavost, iniciativu, tvořivost. |
| | ...zařazování práce s odbornými časopisy, literaturou,... |
| | ...práce s chybou... |
| | ...skupinová práce... |
| | ...žáci se učí orientovat se v širší nabídce informačních zdrojů ... |
| | ...účast na olympiádách a soutěžích, projekty ... |
| <i>Kompetence k řešení problému</i> | ...žáci jsou problémovými úkoly vedeni k tomu, aby získané poznatky odvedli tvořivým způsobem aplikovat. |
| | ...učí se vyvozovat závěry ... |
| | ... propojenost jednotlivých oborů |
| | ...učí se rozlišit problémy a hledat jejich řešení ... |
| <i>Kompetence komunikativní</i> | ...učí se věcné argumentaci ... |
| <i>Kompetence pracovní</i> | ... propojení teorie s praxí ... |
| | Učitel vede žáky, aby stanovili vlastní postup práce, kontrolu výsledků a výsledky sami zhodnotili. |

| |
|--|
| <p>...prezentace vlastních výsledků práce...</p> <p>...nabídka aktivit podporujících schopnosti samostatně o něčem rozhodovat, plánovat, připravovat a realizovat nějaké aktivity.</p> |
|--|

Příloha 8: Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G (zpracováno dle: ŠVP G – Nové Město na Moravě, 2014)

Gymnázium, Nové Město na Moravě

| | |
|-------------------------------------|---|
| Kompetence k učení | ...podporujeme rozvoj exaktního, abstraktního a logického myšlení žáků. |
| | ... práce s informacemi z různých zdrojů... |
| | ...vytváříme u žáků dovednost autokorekce chyb . |
| | ...dbáme na to, aby žáci uváděli objekty a jevy do souvislostí . |
| | ...vedeme žáky k účasti v olympiádách a jiných soutěžích ... |
| Kompetence k řešení problémů | ...podporujeme žáky v hledání různých variant řešení problémů , vedeme je k zobecnění informací, formulaci závěrů a interpretaci výsledků . |
| | ...úlohy vedoucí k samostatnému uvažování a řešení problémů , žáci provádějí rozborů úloh, odhalují výsledky . |
| | ... týmové projekty ... |
| | ...schopnost žáků řešit problémové úlohy podporujeme hledáním logických vztahů a analogií ... |
| | ...v přírodních vědách klademe důraz na praktické ověřování správnosti řešených problémů . |
| Kompetence komunikativní | ...učíme žáky vhodné argumentaci , rozvíjíme tak u žáků schopnost obhájit výsledky své práce . |

| | |
|---|---|
| Kompetence sociální a personální | ...klademe důraz na spolupráci ve skupině... |
|---|---|

Příloha 9: Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G a SOŠ (zpracováno dle: ŠVP G a SOŠ – Ledec nad Sázavou, 2013)

Gymnázium, SOŠ a VOŠ Ledec nad Sázavou

| | |
|---|---|
| Kompetence k učení | Učitel vede žáky k samostatnému objevování při získávání nových poznatků a jejich zpracování... žák využívá odborné literatury ... |
| | Učitel vede žáky k samostatnosti ... učitel v roli konzultanta ... |
| | Učitel podporuje účast žáků ve všech předmětových soutěžích . |
| | Učitel zařazuje do vyučování práci s chybou . |
| | Žáci jsou vedeni ke skupinové práci , jejíž výsledky obhajují. |
| | Žáci se učí stanovovat si dostupné cíle a hodnotit míru jejich dosažení jednak sami sebou, ale i v rámci společné diskuse s ostatními žáky. |
| | Žáci se učí orientovat se v širší nabídce informačních zdrojů ... |
| Kompetence k řešení problémů | Učitel vede žáky k využívání učiva z jiných předmětů ... |
| | Učitel podporuje žáka při hledání různých postupů řešení zadaných úloh,... |
| | Žáci individuálně nebo ve skupinách řeší úlohy, navrhují a porovnávají různá řešení, vzájemně je hodnotí, učí se vyvozovat závěry z vlastních i cizích chyb. |
| Kompetence sociální a personální | Učitel využívá v hodinách skupinovou práci a také podporuje řešení úloh v malých skupinách. |

Příloha 10: Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G a SOŠ (zpracováno dle: ŠVP G a SOŠ – Telč, 2015)

Gymnázium Otokara Březiny a Střední odborná škola, Telč

| | |
|--|---|
| <i>Kompetence k učení</i> | Klademe otevřené otázky , zadáváme problémové úlohy či úlohy rozvíjející tvořivost . |
| | Pracujeme s chybou jako s příležitostí, jak ukázat cestu k úspěšnému řešení . |
| | Vedeme žáky k vyhledávání a třídění informací kladením otevřených otázek a zadáváním problémových úloh . |
| | Vedeme žáky k pochopení, propojení a systematizaci poznatků . |
| | Využíváme poznatků k tvůrčím činnostem a praktickým činnostem . |
| <i>Kompetence k řešení problémů</i> | Vedeme žáky k samostatnému řešení problémových úkolů na základě logiky a kritického myšlení . |
| | Využíváme problémových úloh a úloh rozvíjejících tvořivost k samostatnému řešení problémů. |
| | Volíme vhodné postupy s využitím logických, matematických a empirických metod . |
| <i>Kompetence komunikativní</i> | Umožňujeme žákům prezentovat výsledky jejich práce . |
| <i>Kompetence sociální a personální</i> | Učíme žáky efektivní spolupráci ... |
| <i>Kompetence občanské</i> | Vedeme žáky k myšlení v širších souvislostech , k hledání vlastního postoje ke společenskému vývoji. |

Příloha 11: Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP SOŠ (zpracováno dle:
ŠVP SOŠ – Jihlava, 2013)

Střední odborná škola sociální u Matky Boží Jihlava

| | |
|-------------------------------------|--|
| <i>Kompetence k učení</i> | Absolventi by měli umět efektivně vyhledávat a zpracovávat informace. |
| <i>Kompetence k řešení problémů</i> | Absolvent má pozitivní vztah k doplňování znalostí i k dalšímu vzdělávání. |
| | Absolvent je schopen kritického postoje k získaným informacím. |
| | Absolvent je schopný volit myšlenkové postupy a prostředky pro plnění daných úkolů. |
| | Absolvent je schopný spolupracovat v kolektivu. |
| | Absolventi by měli být schopni určit jádro problému, získat informace potřebné k řešení problému, navrhnout způsob řešení, popř. varianty řešení, a zdůvodnit jej, vyhodnotit a ověřit správnost zvoleného postupu a dosažené výsledky. |
| | Absolventi by měli volit prostředky a způsoby (pomůcky, studijní literaturu, metody a techniky) vhodné pro splnění jednotlivých aktivit, využívat zkušeností a vědomostí nabytých dříve. |
| <i>Kompetence komunikativní</i> | Absolvent je schopný věcně formulovat a obhajovat vlastní názory. |
| <i>Kompetence občanské</i> | Absolvent jedná odpovědně, samostatně a iniciativně. |
| <i>Kompetence k využívání IKT</i> | Absolvent je schopný posuzovat věrohodnost různých informačních zdrojů a kriticky přistupovat k získaným informacím. |

Příloha 12: Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G (zpracováno dle:
ŠVP G – Velké Meziříčí, 2010)

Gymnázium, Velké Meziříčí

| | |
|---|--|
| <i>Kompetence k učení</i> | Žák používá vhodnou literaturu (časopisy, odborné publikace , populárně naučnou literaturu,...). |
| | Žák nabyté poznatky umí třídit a prezentovat . |
| | Žák se účastní soutěží a olympiád... |
| <i>Kompetence k řešení problémů</i> | Žák je schopen objevit a formulovat problém . |
| | Žák navrhuje netradiční způsoby řešení problémů. |
| | Žák využívá samostatné, tvořivé a logické myšlení . |
| <i>Kompetence komunikativní</i> | Žák používá s porozuměním odbornou chemickou terminologii, symbolická a grafická vyjádření chemických dějů. |
| <i>Kompetence sociální a personální</i> | Žák si osvojuje zásady dobré týmové práce . |
| <i>Kompetence podnikavosti</i> | Žák je aktivní a tvořivě přistupuje k plnění úkolů... |

Příloha 13: Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G (zpracováno dle:
ŠVP G – Havlíčkův Brod, 2013)

Gymnázium, Havlíčkův Brod

| | |
|---------------------------|---|
| <i>Kompetence k učení</i> | Učitelé vedou žáky k samostatnému objevování při získávání nových poznatků a jejich zpracování, vedou je k využívání odborné literatury... |
| | Učitelé podněcují žáky k organizaci a řízení vlastního učení a motivace sama sebe pro další učení. |
| | Žáci se učí stanovovat si dostupné cíle a hodnotit míru jejich dosažení jednak sami sebou, ale i v rámci společné diskuze s ostatními žáky. |

| | |
|---|--|
| | <p>Žáci se naučí orientovat v širší nabídce informačních zdrojů a využívat tuto skutečnost při tvorbě svých prací.</p> <p>Učitelé organizují ve většině předmětů školní kola olympiád a soutěží, aby žákům pomohli uspět v kolech vyšších.</p> |
| <i>Kompetence k řešení problémů</i> | <p>Žáci individuálně či společně řeší úkoly, navrhují a porovnávají různá řešení, vzájemně je hodnotí, učí se vyvozovat závěry z vlastních i cizích chyb.</p> <p>Učitelé vedou žáky k argumentaci podložené důkazy, pomáhají žákům pochopit propojenost jednotlivých oborů, rozlišit problémy a hledat jejich příčiny.</p> <p>Učitel při výuce zadává žákům problémové úlohy, k jejich řešení je učí využívat logických postupů a využívat správné zdroje informací.</p> |
| <i>Kompetence sociální a personální</i> | Učitelé vedou žáky ke schopnosti společně tvořit a vyhodnocovat ,... |

Příloha 14: Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP SOŠ (zpracováno dle: ŠVP SOŠ – Jihlava, 2011)

FARMEKO, Jihlava

| | |
|-------------------------------------|--|
| <i>Kompetence k učení</i> | Absolventi by měli umět efektivně vyhledávat a zpracovávat informace ... |
| <i>Kompetence k řešení problémů</i> | <p>Absolventi by měli určit jádro problému, získat informace potřebné k řešení problémů, navrhnout způsob řešení, popř. varianty řešení, a zdůvodnit jej, vyhodnotit a ověřit správnost zvoleného postupu a dosažené výsledky.</p> <p>Absolventi by měli při řešení problémů různé metody myšlení (logické, matematické, empirické) a myšlenkové operace.</p> |

| | |
|---|---|
| | Absolventi by měli volit prostředky a způsoby (pomůcky, studijní literaturu, metody a techniky)... využívat zkušeností a vědomostí nabytých dříve. |
| | Absolventi by měli být schopni spolupracovat při řešení problémů s jinými lidmi (týmové řešení). |
| <i>Komunikační kompetence</i> | Absolventi by se měli aktivně účastnit diskusí, formulovat a obhajovat své názory a postoje. |
| | Absolventi by měli zpracovávat administrativní písemnosti, pracovní dokumenty i souviselé texty na běžná i odborná témata. |
| <i>Personální a sociální kompetence</i> | Absolventi by si měli ověřovat získané poznatky, kriticky zvažovat názory, postoje a jednání jiných lidí. |
| <i>Občanské kompetence a kulturní povědomí</i> | Absolventi by měli jednat odpovědně, samostatně a iniciativně nejen ve vlastním zájmu, ale i ve veřejném zájmu. |

Příloha 15: Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G (zpracováno dle: ŠVP G – Žďár nad Sázavou, 2009)

Gymnázium, Žďár nad Sázavou

| | |
|--|---|
| <i>Kompetence k učení</i> | Zadáváním problémů a úkolů podporujeme u žáků rozvoj abstraktního a logického myšlení. |
| | Vedeme žáky k samostatnému pozorování a experimentování, porovnávání výsledků a vyvozování závěrů důležitých i pro reálný život. |
| | Učíme žáky pracovat s tabulkami, grafy, diagramy a využívat dostupné informační prostředky. |
| <i>Kompetence k řešení problémů</i> | Při seznamování s chemickými ději učíme žáky hledat jejich příčiny a důsledky. |

| | |
|---|---|
| | Učíme žáky vybírat nejvhodnější variantu řešení a vyhodnocovat správnost postupu. |
| | Učíme žáky, že je třeba ověřovat domněnky vyslovené na základě pokusu, pozorování nebo zkušenosti. |
| Kompetence sociální a personální | Snažíme se o vytvoření kritického přístupu k informacím. |
| Kompetence k podnikavosti | U studentů podporujeme aktivní přístup a iniciativu,... |

Příloha 16: Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G (zpracováno dle: ŠVP G – Pelhřimov, 2014)

Gymnázium, Pelhřimov

| | |
|-------------------------------------|--|
| Kompetence k učení | ...žáci se učí pracovat s různými zdroji informací a jejich kritickému hodnocení... |
| | ...důraz na mezipředmětové vztahy... |
| Kompetence k řešení problémů | ... práce v týmu... |
| | ... zpracovávání projektů... |
| Kompetence komunikativní | ...účast žáků na odborných akcích včetně aktivní prezentace... |

Příloha 17: Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP G (zpracováno dle: ŠVP G – Třebíč, 2015)

Katolické gymnázium, Třebíč

| | |
|---------------------------------|---|
| Kompetence komunikativní | Učitel vede žáky k přesnému, logicky uspořádanému vyjadřování, argumentaci, záznamu a k prezentaci výsledků. |
|---------------------------------|---|

| | |
|---|---|
| Kompetence sociální a personální | Učitel zadává skupinové laboratorní cvičení , při kterém žáci efektivně spolupracují, plánují vhodný postup k vyřešení úlohy. |
| | Učitel poskytuje žákům prostor pro práci v týmu . |
| Kompetence k řešení problémů | Učitel předkládá problémové situace související s učivem chemie. Vede žáky k promyšlení pracovních postupů praktických cvičení. |

Příloha 18: Odkaz na IBSE v rámci klíčových kompetencí ŠVP SOŠ (zpracováno dle: ŠVP SOŠ – Třešť, 2015)

Střední odborná škola a Střední odborné učiliště Třešť

| | |
|---|--|
| Kompetence obecného charakteru | Positivní přístup k tvořivé činnosti, spolupráci i zdravé soutěživosti, k samostatnosti a odpovědnosti v jednání a pracovní činnosti. |
| | Absolventi dokáží vyhledávat, kriticky hodnotit a třídit informace. |

Příloha 19: Přehled středních škol v kraji Vysočina (zpracováno dle: <http://extranet.kr-vysocina.cz/seznam-skol/>)

| | | Dostupnost ŠVP on-line |
|---|---------------------------------------|--------------------------------|
| Gymnázium Otokara Březiny a Střední odborná škola Telč | Telč, Hradecká 235 | dostupné |
| Střední škola stavební Jihlava | Jihlava, Žižkova 20 | - |
| Střední odborná škola a Střední odborné učiliště Třešť | Třešť, K Valše 38 | dostupné |
| FARMEKO - Vyšší odborná škola zdravotnická a Střední odborná škola, s.r.o. | Jihlava, Znojemská 76 | dostupné |
| Střední odborná škola sociální u Matky Boží Jihlava | Jihlava, Fibichova 978/67 | dostupné |
| Soukromá vyšší odborná škola grafická a Střední umělecká škola grafická, s. r. o. | Jihlava, Křížová 18 | - |
| Soukromé gymnázium AD FONTES, o. p. s. | Jihlava, Fibichova 18 | dostupné |
| Škola ekonomiky a cestovního ruchu, soukromá střední odborná škola s. r. o. | Jihlava, Rantířovská 9 | - |
| TRIVIS - Střední škola veřejnoprávní Jihlava, s. r. o. | Jihlava, Demlova 4178/32 | - |
| Manažerská akademie - střední odborná škola, s. r. o | Jihlava, Jiráskova 2 | - |
| Gymnázium Jihlava | Jihlava, Jana Masaryka 1 | dostupné |
| Střední škola průmyslová, technická a automobilní Jihlava | Jihlava, tř. Legionářů 3 | - |
| Soukromá vyšší odborná škola sociální, o. p. s. | Jihlava, Matky Boží 15 | - |
| Střední uměleckoprůmyslová škola Jihlava - Helenín, Hálkova 42 | Jihlava - Helenín, Hálkova 42 | - |
| Obchodní akademie, Střední zdravotnická škola, Střední odborná škola služeb a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Jihlava | Jihlava, K. Světlé 2 | - |
| Gymnázium dr. A.Hrdličky, Humpolec, Komenského 147 | Humpolec, Komenského 147 | - |
| Střední průmyslová škola a Střední odborné učiliště Pelhřimov | Pelhřimov, Friedova 1469 | - |
| Česká zemědělská akademie v Humpolci, střední škola | Humpolec, Školní 764 | dostupné (oborově zaměřené) |
| Střední škola informatiky a cestovního ruchu SČMSD Humpolec, s.r.o. | Humpolec, Hradská 276 | - |
| Soukromá střední škola pedagogiky a sociálních služeb, s.r.o. | Obrataň, Obrataň 148 | - |
| Gymnázium a Obchodní akademie Pelhřimov | Pelhřimov, Jirsíkova 244 | dostupné (pouze pro gymnázium) |
| Vyšší odborná škola a Střední škola hotelová SČMSD Pelhřimov, s. r. o | Pelhřimov, Slovanského bratrství 1664 | - |
| Gymnázium Pacov | Pacov, Hronova 1079 | - |
| Gymnázium Chotěboř | Chotěboř, Jiráskova 637 | dostupné |
| Gymnázium Havlíčkův Brod | Havlíčkův Brod, Štáflova 2063 | dostupné |

| | | |
|--|---|--|
| Obchodní akademie a Hotelová škola Havlíčkův Brod | Havlíčkův Brod, Bratříků 851 | dostupné (oborově zaměřené) |
| Střední průmyslová škola stavební akademika Stanislava Bechyně, Havlíčkův Brod, Jihlavská 628 | Havlíčkův Brod, Jihlavská 628 | - |
| Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická Havlíčkův Brod | Havlíčkův Brod, Masarykova 2033 | dostupné (oborově zaměřené) |
| Akademie - Vyšší odborná škola, Gymnázium a Střední odborná škola uměleckoprůmyslová Světlá nad Sázavou | Světlá nad Sázavou, Sázavská 547 | - |
| Gymnázium, Střední odborná škola a Vyšší odborná škola Ledec nad Sázavou | Ledeč nad Sázavou, Husovo nám. 1 | dostupné, u SOŠ (oborově zaměřené) |
| Vyšší odborná škola, Obchodní akademie a Střední odborné učiliště technické Chotěboř | Chotěboř, Na Valech 690 | - |
| Gymnázium a Střední odborná škola, Moravské Budějovice, Tyršova 365 | Moravské Budějovice, Tyršova 365 | - |
| Gymnázium Třebíč | Třebíč, Masarykovo nám. 9/116 | dostupné |
| Střední škola řemesel a služeb Moravské Budějovice | Moravské Budějovice, Tovačovského sady 79 | - |
| Střední škola stavební Třebíč | Třebíč, Kubišova 1214/9 | - |
| Vyšší odborná škola a Střední škola veterinární, zemědělská a zdravotnická Třebíč | Třebíč, Žižkova 505/2 | - |
| Soukromá střední odborná škola a Střední odborné učiliště s. r. o. | Třebíč, Znojemská 1027 | dostupné (oborově zaměřené) |
| Katolické gymnázium Třebíč | Třebíč, Otmarova 22 | dostupné |
| Obchodní akademie Dr. Albína Bráfa, Hotelová škola a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Třebíč | Třebíč, Sirotčí 63/4 | - |
| Střední průmyslová škola Třebíč | Třebíč, Manželů Curieových 734/ | - |
| Gymnázium Vincence Makovského se sportovními třídami Nové Město na Moravě | Nové Město na Moravě, Leandra Čecha 152 | dostupné |
| Gymnázium Žďár nad Sázavou | Žďár nad Sázavou, Neumannova 1693/2 | dostupné |
| Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická Žďár nad Sázavou | Žďár nad Sázavou, Dvořákova 4/404 | - |
| Střední škola gastronomická Adolpha Kolpinga | Žďár nad Sázavou, U Klafárku 3 | - |
| Biskupské gymnázium | Žďár nad Sázavou, U Klafárku 3 | - |

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| Střední škola obchodní a služeb SČMSD, Žďár nad Sázavou, s.r.o. | Žďár nad Sázavou, Komenského 10 | dostupné (oborově zaměřené) |
| Střední odborná škola Jana Tíraye Velká Bíteš, příspěvková organizace | Velká Bíteš, Tyršova 239 | - |
| Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola Žďár nad Sázavou | Žďár nad Sázavou, Studentská 1 | - |
| Gymnázium Bystřice nad Pernštejnem | Bystřice nad Pernštejnem, Nádražní 760 | dostupné |
| Gymnázium Velké Meziříčí | Velké Meziříčí, Sokolovská 235/27 | dostupné |
| Hotelová škola Světlá a Střední odborná škola řemesel Velké Meziříčí | Velké Meziříčí, U Světlé 855/36 | - |
| Střední odborná škola Nové Město na Moravě | Nové Město na Moravě, Bělisko 295 | - |
| Vyšší odborná škola a Střední odborná škola zemědělsko-technická Bystřice nad Pernštejnem | Bystřice nad Pernštejnem, Dr. Veselého 343 | - |

Dotazník pro učitele chemie na SŠ

Vážená paní učitelko, vážený pane učiteli,

dovoluji Vám požádat o vyplnění následujícího dotazníku, který poslouží především pro zpracování mé diplomové práce na téma „Badatelsky orientovaná výuka chemie na SŠ“. Dotazník je anonymní a zjištěné údaje budou použity pro účely uvedené diplomové práce a případně dalšího výzkumu v rámci projektu Přírodovědecké fakulty UHK - „Mascil“ ze 7. rámcového programu EU. Vámi zvolenou odpověď vždy označte. U některých otázek můžete vybírat z více odpovědí.

Předem Vám děkuji za spolupráci.

S pozdravem Bc. Jana Svatoňová (studentka učitelství biologie & chemie pro SŠ, PŘF UHK, jana.svatonova@uhk.cz)

* Povinné pole

1) Pohlaví: *

Žena

Muž

2) Délka Vaší pedagogické praxe: *

méně než 1 rok praxe

1 - 5 let praxe

5 - 10 let praxe

10 - 25 let praxe

25 a více let praxe

3) Na jakém typu SŠ vyučujete? *

Gymnázium

Střední odborná škola

Střední odborné učiliště

Jiné: _____

4) Jaké další předměty kromě chemie ještě vyučujete? *

- Biologie
- Matematika
- Fyzika
- Tělesná výchova
- Cizí jazyk
- Neučím žádné další předměty
- Jiné: _____

5) Jak často využíváte ve Vašich hodinách výuky chemie základního typu uvedené vyučovací metody? *

| | velmi často | často | zřídka | nikdy |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Monologické metody (přednáška, výklad ap.) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Dialogické metody (rozhovor, diskuse ap.) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Metody práce s textem (učebnice, kniha, internet ap.) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Názorně-demonstrační metody (předvádění, pozorování předmětů, jevů, modelů, pokusů; práce s obrazem - ilustrace, grafy, video; instruktáž - návod ap.) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Dovednostně-praktické metody (nácvik pracovních dovedností, žákovské laborování ap.) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

6) Kterých aktivizujících výukových metod ve Vašich hodinách výuky chemie základního typu využíváte? *

- Projektová metoda (tvorba projektů)
- Heuristická metoda (řešení problémových úkolů - úloh, otázek, situací)
- Didaktická hra (křížovky, doplňovačky, kvízy,..)
- Výzkumná metoda (samostatné hledání řešení komplexního problému žákem)
- Brainstormingová metoda („burza nápadů“, komunikační kooperativní metoda generující nápady)
- Nevyužívám jich
- Jiné: _____

7) Jaké demonstrační pokusy v rámci výuky chemie základního typu, ve vztahu k fázím výuky, realizujete nejčastěji? *

- Motivační (např. využívání efektních pokusů)
- Expoziční (demonstrační pokus při prezentaci učiva)
- Fixační (demonstrační pokus při opakování, procvičování učiva)
- Diagnostické (demonstrační pokus při ověřování znalostí žáků)
- Aplikační (demonstrační pokus při používání již osvojeného učiva, např. před zahájením lab. cvičení)

8) Vyplňte, prosím, tabulku na základě četnosti využívání dané organizační formy výuky ve Vašich hodinách chemie základního typu: *

| | Velmi často | Často | Občas | Zřídka | Nikdy |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Hromadná (frontální) výuka | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Skupinová (kooperativní) výuka | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Samostatná práce | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

9) V rámci laboratorních cvičení preferujete, aby žáci pracovali: *

- Individuálně
- Ve dvojici
- Ve trojici
- Laboratorní cvičení na naší škole neprobíhají
- Jiné: _____

10) Jak hodnotíte praktické dovednosti Vašich žáků při práci v laboratoři (průměrné zhodnocení)? *

(1 = výborný, 2 = chvalitebný, 3 = dobrý, 4 = dostatečný, 5 = nedostatečný)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- Laboratorní cvičení neprobíhají

11) Jak hodnotíte samostatnost Vašich žáků při práci v laboratoři (průměrné zhodnocení)? *

(1 = výborný, 2 = chvalitebný, 3 = dobrý, 4 = dostatečný, 5 = nedostatečný)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- Laboratorní cvičení neprobíhají

12) Jaký je zájem ze strany Vašich Žáků účastnit se chemické olympiády, SOČ v oboru chemie a jiných chemicky zaměřených soutěží a projektů? *

- Žáci mají velký zájem účastnit se
- Žáci nemají příliš velký zájem účastnit se
- Žáci se nechtějí vůbec účastnit
- Jiné: _____

13) Spolupracuje Vaše škola s některými institucemi orientovanými na oblast chemie (např. výzkumnými, vývojovými či provozními laboratořemi podnikatelské sféry, státní správy, zdravotnictví, farmacie, potravinářství či odpadového hospodářství)? *

- Ano
- Ne
- Nevím

14) Uvedte míru Vašeho souhlasu / nesouhlasu s uvedenými tvrzeními dle Vašich zkušeností z výuky chemie: *

| | Souhlasím | Spíše souhlasím | Nevím | Spíše nesouhlasím | Nesouhlasím |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Veškerá činnost žáků v hodině je plně organizována a řízena učitelem: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Žáci často kladou otázky: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Žáci jsou schopni formulovat věcné hypotézy: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Žáci sami přichází s postupy k ověřování hypotéz: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Žáci provádějí experimenty k ověření hypotéz: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Žáci vyhledávají, třídí a kriticky hodnotí informace: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Žáci jsou v mých hodinách aktivní: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

15) Disponuje Vaše škola specializovaným badatelským centrem pro výuku přírodovědných předmětů? *

(pozn. Školní badatelské centrum je specializovaná učebna nabízející nejmodernější a nadstavbové vybavení, díky kterému je žákům poskytováno zázemí pro badatelské činnosti jako metodickou přípravu pro výzkumné, inovační a tvořivé aktivity).

- Ne, nedisponuje
- Ano, disponuje, aktivně ho využíváme v klasické školní výuce chemie
- Ano, disponuje, příliš ho však nevyužíváme v klasické školní výuce chemie
- Jiné: _____

16) Slyšeli jste již někdy o badatelsky orientované výuce? *

- Ano
- Ne

*

17) Kde jste se o badatelsky orientované výuce dozvěděli? *

- Během studia na VŠ
- V odborné literatuře
- Od kolegů
- Na internetu
- Dosud jsem o ní neslyšel(a)
- Jiné: _____

18) Využíváte badatelsky orientovanou výuku (nebo alespoň její prvky) v rámci Vašich hodin výuky chemie? *

- Ano
- Ne, ani to neplánuji
- Ne, ale uvažuji o tom

Pokud jste na otázku č. 18) odpověděli „ne, ani to neplánuji“ či „ne, ale uvažuji o tom“, přejděte rovnou na otázku č. 24). Pokud jste na otázku č. 18) odpověděli „ano“, tak prosím pokračujte dále otázkou č. 19).

19) Jak často badatelsky orientované výuky využíváte ve výuce chemie?

- Zřídka (cca několikrát / školní rok)
- Občas (cca 1x / měsíc)
- Často (cca 1x / 14 dní)
- Velmi často (každou hodinu)
- Nárazově, blokově
- Jiné: _____

20) V jakých hodinách badatelsky orientovanou výuku využíváte?

- Pouze v hodinách chemie základního typu
- Pouze v rámci laboratorních cvičení
- Jak v hodinách chemie základního typu, tak v laboratorních cvičeních
- Jiné: _____

21) Ve kterých fázích výuky, v rámci hodiny chemie základního typu, badatelsky orientovanou výuku nejčastěji využíváte?

- V motivační fázi
- V expoziční fázi (prezentace učiva)
- Ve fixační fázi (opakování, procvičování)
- V diagnostické fázi (ověřování znalostí žáků)
- V aplikační fázi (používání osvojeného učiva)
- Využívám pouze v rámci laboratorních cvičení, nikoliv v hodinách chemie základního typu
- Jiné: _____

22) Jak se Vám osvědčila badatelsky orientovaná výuka v chemii?

- Výrazně se osvědčila
- Spíše se osvědčila
- Těžko rozhodnout
- Spíše se neosvědčila
- Vůbec se neosvědčila

23) Jestliže tedy máte s realizací badatelsky orientované výuky chemie již nějaké zkušenosti, tak se je prosím pokuste níže shrnout:

(např. co se týče -> aktivity žáků, + / - , objemu učiva, jeho fixace či hloubky pochopení, materiální podpory apod... či cokoliv jiného, co Vás ještě k BOV napadne).

Vaše odpověď

24) Největší překážky v souvislosti se zaváděním badatelsky orientované výuky chemie spatřujete v: *

- Nedostatečném vybavení školy
- Časové náročnosti na přípravu a realizaci
- Pochybnostech o její efektivitě
- Nezájmu ze strany žáků
- Nedostačujících vstupních znalostech a dovednostech žáků
- Chybějících informačních a podpůrných materiálech
- Jiné: _____

Závěrem bych Vám chtěla velmi poděkovat za Vaši ochotu a čas strávený vyplňováním tohoto dotazníku.

(Zde můžete uvést Vaše připomínky):

Vaše odpověď

Příloha 21: Řešení pracovních listů

Acidobazické reakce, kyseliny a zásady, neutralizace, indikátory, pH

- 1) - voda, kyselina sírová, hydroxid sodný
- 2) - experimentální zjištění výsledků
- 3) - univerzální indikátorový papírek, fenolftalein, lakmus
- 4) - např. černý čaj, výluh z červeného zelí, květů máků či růží, plodů černého rybízu, červené cibule, čerstvých šípků, ad.
 - antokyany
 - kyselá půda (modré květy), alkalická půda (růžové květy)
- 5) - chlorovodíkovou
 - $\text{Al(OH)}_3 + 3 \text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{Mg(OH)}_2 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
 - neutralizační reakce, produkty: příslušná sůl kyseliny, voda
 - pH se zvýší
 - jedlá soda (NaHCO_3)
- 6) - kvantitativní analýza
 - odměrná analýza (titrační stanovení, titrace)
 - titrační aparatura
 - stojan a držáky, byreta, titrační baňka
 - sestavíme titrační aparaturu. Byretu naplníme roztokem hydroxidu. Do titrační baňky napipetujeme 10 ml zředěného roztoku octa, přidáme destilovanou vodu a několik kapek fenolftaleinu. Postupně přidáváme roztok hydroxidu a zaznamenáváme spotřebu v bodě ekvivalence. Ke stanovení přesné spotřeby provedeme ještě druhou (případně třetí) titraci. Ze spotřeby hydroxidu vypočteme přesnou koncentraci octa.
 - cca 7,8-8,1 %
- 7) - citron se díky vysokému obsahu zásadotvorných minerálních látek chová při trávení organismu zásadotvorně

Směsi – metody oddělování jejich složek

1)

| <i>Homogenní směsi</i> | c) | SMĚSI | |
|--------------------------|--|--|--------------------------------|
| | | plynný | a) |
| f) | | | |
| | | pevný | j) |
| <i>Koloidní směsi</i> | aerosol | e) | kapalina rozptýlená v plynu |
| | | b) | pevná látka rozptýlená v plynu |
| | | kouř | g) |
| | h) | molekuly org.l. či shluky anorg.l. rozpt. v kapalině | |
| | emulze | i) | |
| ch) | bubliny plynu rozptýlené v pevné látce | | |
| <i>Heterogenní směsi</i> | d) | bubliny plynu rozptýlené v kapalině | |
| | suspenze | k) | |

- 2) - filtrace, destilace, sublimace, chromatografie
- 3) - extrakce, filtrace, destilace, krystalizace, chromatografie, filtrace
- 4) - gelová elektroforéza, principem metody je pohyb záporně nabitých molekul DNA v elektrickém poli směrem k anodě; separace molekul DNA na základě rozdílných rychlostí pohybu molekul DNA v gelu, nepřímo úměrné velikosti molekuly DNA
- 5) - kapalný roztok (NaCl ve vodě, homogenní směs, disperzní prostředí...voda, dispergované částice NaCl), suspenze (heterogenní, disp. prostředí...voda, disp. částice...písek), pevný roztok (měď:cín, 41:9, homogenní, disp. prostředí...Cu, disp. částice...Sn), emulze (koloidní, disp. prostředí...voda, disp. částice...kapičky oleje), pěna (heterogenní, disp. prostředí...kapalina, disp. částice...bublinky plynu), inkluze = tzv. tuhá pěna (heterogenní, disp. prostředí...pevná látka, disp. prostředí...bublinky plynu), směs plynů (homogenní, disp. prostředí...plyn, disp. částice...molekuly plynu)
- 6) - písek oddělíme filtrací a NaCl odpařením rozpouštědla (vody)
- 7) - experimentální zjištění (destilace), $t_{v(\text{ethanolu})} = 78,3 \text{ } ^\circ\text{C}$, destilační aparatura (destilační baňka, jímací baňka, alonž, destilační nástavec, varné kamínky, chladič, teploměr)
- sestavíme destilační aparaturu, do destilační baňky nalijeme vzorek červeného vína, z něhož oddestilujeme ethanol a zjistíme jeho $t_v [^\circ\text{C}]$

- separační metoda umožňující dělení kapalných složek směsi s různými body varu, tj. různě těkavé látky
- 8) - sublimace
- 9) - chemické látky (aditiva), které jsou přidávány do potravin za účelem vytvoření emulzního stavu látek původně nemísitelných (voda vs. olej)
- 10) - 71,5 %
- 11) - emulze; mechanické čištění (plovoucí zábrany, sesbírání z vodní hladiny), zapálení ropy, chemická disperze
- 12) - frakční destilace (= rektifikace), výroba ropných produktů z ropy (benzín, motorová nafta, petrolej, parafín, asfalt,...) v rektifikačních kolonách
- 13) - nutné kvůli kvalitnějšímu chlazení, změně skupenství
- 14) - fyzikální proces

Oxidačně-redukční reakce – Beketovova řada napětí kovů

1)

| | CuSO ₄ | ZnSO ₄ | FeSO ₄ | AgNO ₃ | NaCl | MgSO ₄ | zředěná HCl |
|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|-------------------|-------------|
| Fe | 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Zn | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Cu | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Mg | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 |
| součet bodů | 7 | 3 | 5 | 8 | 0 | 1 | 6 |

- experimentální stanovení

- Na (0b.), Mg (1b.), Zn (3b.), Fe (5b.), H (6b.), Cu (7b.), Ag (8b.)

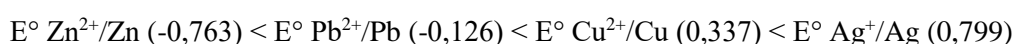
- Beketova řada kovů je sestavena podle chování kovů ve vodném prostředí, podle jejich schopnosti odštěpovat elektrony a oxidovat se; řada je sestavena tak, že napravo od vodíku klesají redukční schopnosti kovů; kovy nalevo od vodíku jsou naopak schopny redukovat kation kovu stojícího od něho napravo; k. ušlechtilé (napravo) vs. neušlechtilé (nalevo)

- žádná reakce by neprobíhala, Ag je méně reaktivní než Fe, nebude ho tedy vytěšňovat ze sloučenin

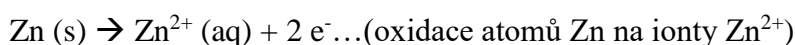
2) - nátěr, pokovení odolnějším kovem, ochrana el. proudem

3) - Mg, Al, Ca

4) - kovy nalevo mají nižší hodnoty standardních potenciálů než kovy napravo



5) $\text{Fe}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe} (\text{s}) \dots$ (redukce iontů Fe^{2+} na atomy Fe)



6) - ano, ne, ne, ano, ano

7) - ox. činidlo: MnO_2 , MnO_4^- , H_2O_2 , O_2 , I_2 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

- red. činidlo: LiH, Cr^{2+} , Fe^{2+} , CO, CaH_2 , Fe, C

8) - např. galvanické pokovování klíče (...klíč odmastíme, zavěsíme na měděný drát, který zapojíme k zápornému pólu 4,5 V baterie, druhý měděný drát stočíme do spirály a připojíme jedním koncem ke kladnému pólu baterie, oba měděné dráty spolu s klíčem ponoříme do kádinky s roztokem hydroxidu sodného, tak aby klíč byl uprostřed a měděné dráty se nedotýkaly, po půl hodině vytáhneme poměděný klíč)

- ke galvanickému pokovování lze užít ušlechtlejšího kovu, např. Ni, Sn, Ag, Cu
 - 9) - černání stříbra je způsobeno chemickou reakcí stříbra se vzdušným sulfanem za vzniku černého sulfidu stříbrného
 - čistíme v nekovové misce vystlané alobalem, zalijeme roztokem (1 lž. NaCl, ½ lž. NaHCO₃, 2 dl horké vody), roztok zamícháme, vložíme stříbrný šperk, necháme působit
-