

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra chemie a didaktiky chemie

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Potenciál chemických pokusů rozvíjet přírodovědnou gramotnost žáků SOŠ:
Analýza vybraných zdrojů

Chemistry experiments‘ potential to develop vocational students‘ scientific
literacy: An analysis of selected materials

Bc. Marcela Horníková

Vedoucí práce: PhDr. Martin Rusek, Ph.D.

Studijní program: Učitelství pro střední školy (N7504)

Studijní obor: N BI-CH (7504T214, 7504T220)

Odevzdáním této diplomové práce na téma Potenciál chemických pokusů rozvíjet přírodovědnou gramotnost žáků SOŠ: Analýza vybraných zdrojů potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 18. 4. 2021

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé diplomové práce PhDr. Martinu Ruskovi, Ph.D., za cenné rady, odborné konzultace a trpělivost.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá analýzou chemických pokusů a jejich potenciálem rozvíjet přírodovědnou gramotnost u žáků na středních odborných školách. V současné době je kladen vyšší důraz na rozvoj vědeckého a kritického myšlení na vyšších kognitivních úrovních a přírodovědné gramotnosti. Těchto schopností a dovedností je možné dosáhnout prostřednictvím výuky založené na experimentální činnosti. Z tohoto důvodu bylo hlavním cílem zmapování jednotlivých pokusů a jejich zhodnocení z hlediska kvality a plnění daných požadavků. Analýza a hodnocení probíhaly u pokusů z oblasti organické chemie, které se vyskytovaly v často užívaných zdrojích na středních odborných školách. Těmito zdroji byly učebnice *Chemie pro střední školy*, *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření*, internetové stránky *Studium chemie* a *video databáze chemických pokusů*. U jednotlivých pokusů bylo hodnoceno, zda splňují daná kritéria, kterými byly transparentnost, propojení s praktickým životem, řešení problémů, materiální jednoduchost, technická, časová a ekonomická nenáročnost. Dále byly pokusy hodnoceny z hlediska využitelnosti ve výuce a možnosti zařazení do různých úrovní badatelství. Posledním a hlavním hodnotícím prvkem byla úroveň kognitivních procesů a znalostí, která byla hodnocena dle revidované Bloomovy taxonomie. Výsledky analýzy byly zapsány do tabulek vytvořených v MS Excel a pro přehlednější vyhodnocení byly zpracované do sloupcových grafů. Analýzou bylo zjištěno, že se na rozvoji přírodovědné gramotnosti nejvíce podílí učebnice *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření* a *video databáze chemických pokusů*. I přesto se v těchto zdrojích vyskytují pokusy, které nesplňují určitá kritéria a byla by nutná jejich úprava.

KLÍČOVÁ SLOVA

chemie, pokus, střední odborná škola, přírodovědná gramotnost, badatelství, kognitivní procesy

ABSTRACT

This thesis is focused on analysing chemical experiments and their potential to help increase science literacy among vocational school students. Currently, greater emphasis is placed on the development of scientific and critical thinking at higher cognitive levels and science literacy. These skills and abilities can be achieved through tuition based on experimental scientific activities. For this reason, the main goal of this thesis was to review the quantity and method of processing of individual experiments in terms of quality and compliance with the given requirements. Experiments in the field of organic chemistry were taken from available vocational school literature and were analysed and evaluated. These sources were the following textbooks: *Chemie pro střední školy*, *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření* and the web page *Studium chemie* and the *video database* of chemistry experiments. Each experiment was evaluated whether it met the analysed criteria of transparency, connection with practical life, problem solving and material, technical, time and economic simplicity. Furthermore, the experiments were evaluated in terms of usability during various stages of tuition with regard to the development of students through different levels of inquiry. The last and main evaluation element was the level of cognitive processes and knowledge according to Bloom's revised taxonomy. The results showed that the experiments presented in the analysed sources are focused primarily on confirmatory levels of inquiry. The experiments include results and conclusions that the students verify through experiments. Most of these experiments need modification, which could increase the potential of the experiments to develop better science literacy. In this respect, this thesis is a warning showing that many experiments need to be rethought. The analysis proved that the most beneficial textbooks in terms of developing science literacy were: *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření* and the *video database* of chemistry experiments. Despite that, these sources also included experiments that did not meet certain criteria and would need to be modified.

KEY WORDS

chemistry, experiment, vocational school, science literacy, inquiry, cognitive processes

Obsah

1	Úvod.....	8
1.1	Cíle práce	9
2	Současný stav řešené problematiky	10
2.1	Přírodovědná gramotnost.....	10
2.2	Rámcový vzdělávací program – RVP	12
2.2.1	Rámcový vzdělávací program středního odborného vzdělávání – RVP SOV ...	12
2.3	Školní vzdělávací program – ŠVP	14
2.4	Školní chemický pokus.....	15
2.4.1	Funkce školního chemického pokusu.....	16
2.4.2	Struktura školního chemického pokusu.....	16
2.4.3	Klasifikace chemických pokusů.....	17
2.4.4	Kritéria školního chemického pokusu	19
2.4.5	Zdroje pokusů	21
2.4.6	Metody zaměřené na experimentální činnost	23
2.4.7	Témata praktické výuky organické chemie	28
2.4.8	Výstupy z laboratorního cvičení	29
2.5	Školní chemické laboratoře	30
2.5.1	Vybavení školních chemických laboratoří	30
2.5.2	Bezpečnost práce ve školní chemické laboratoři	32
2.5.3	První pomoc ve školní chemické laboratoři	35
2.6	Bloomova taxonomie.....	36
3	Metodologie výzkumu	39
3.1	Analyzované zdroje.....	39
3.2	Metody analýzy	39
4	Výsledky a diskuse	42
4.1	Chemie pro střední školy	43
4.1.1	Žákovské pokusy.....	43
4.1.2	Laboratorní cvičení	47
4.2	Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření.....	51

4.2.1	Žákovské pokusy.....	51
4.2.2	Laboratorní cvičení	56
4.3	Studium chemie.....	59
4.4	Video databáze	63
4.5	Srovnání výsledků	67
4.5.1	Srovnání vybraných pokusů.....	72
5	Závěr	75
6	Seznam použitých zkratk.....	77
7	Seznam použité literatury.....	78
8	Seznam příloh.....	85
9	Seznam obrázků.....	86
10	Seznam tabulek.....	87
11	Seznam grafů.....	89
12	Přílohy.....	90

1 Úvod

Vzdělávací obor chemie je součástí přírodovědného vzdělání, které je povinné pro všechny základní i většinu středních škol. Spolu s chemií do této vzdělávací oblasti patří fyzika, přírodopis/biologie a zeměpis/geografie. Cílem těchto předmětů je naučit žáky využívat přírodovědných poznatků v profesním a občanském životě, kladení otázek o světě, vyhledávání relevantních informací a na důkazech založených odpovědí. Aby bylo možné realizovat a splnit dané cíle, je potřeba, aby součástí přírodovědných předmětů byla také experimentální výuka. Ta by u žáků měla rozvíjet logické uvažování, schopnost analyzování, řešení problémů či schopnost zpracovávat a vyhodnocovat získané údaje (MŠMT, 2008). V současné době je také kladen důraz na rozvoj přírodovědné gramotnosti, která je charakterizována jako schopnost vysvětlovat jevy, navrhnout a vyhodnocovat výzkum a interpretovat data. Úroveň schopností, kterou žáci dosahují, je pravidelně testována mezinárodním šetřením PISA (ČŠI, 2017). Všechny tyto schopnosti jsou také součástí cílů a kompetencí uvedených v RVP. Žáci je mohou aplikovat v praktickém životě, např. při řešení problémů spojených s přírodními jevy. Z několika studií (Rusek, 2013a; Veselský & Hrubíšková, 2009; Yunus & Ali, 2012) plyne, že chemie patří mezi méně oblíbené předměty, což je způsobeno především tím, že si žáci musí osvojit mnoho nových informací ve velmi krátké době. Avšak další studie (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011; Okebukola, 1986; Rusek, 2013c; Rusek et al., 2019; Yunus & Ali, 2012) prokázaly, že negativní postoje žáků k chemii eliminují především experimenty a využívání laboratorních pomůcek během výuky. Ne vždy je ale možné pokusy realizovat. Především proto, že většina škol nedisponuje dostatečným materiálním vybavením (Rusek et al., 2020). Řešením této nevýhody jsou např. video pokusy, demonstrační pokusy nebo virtuální experimentování, které nejsou náročné a pomohou v žácích vzbudit zájem (Škoda & Doulík, 2009). Pro zvýšení kvality výuky chemie a dosahování požadovaných cílů je vhodné využívat inovativní metody vzdělávání, jež mohou simulovat vědecké bádání. Při nich se žáci učí novým dovednostem a využívají kognitivní schopnosti na vyšších úrovních (Sotáková et al., 2020). Dle provedené studie se míra vlastní experimentální činnosti liší v závislosti na typu škol. Avšak pokusy prováděné žáky jsou méně časté. Náměty pokusů, které žáci provádí, učitelé nejčastěji čerpají z učebnic, internetu nebo z absolvovaných seminářů (Rusek et al., 2020). Tyto pokusy by měly plnit několik funkcí (motivační, informační, poznávací a diagnostické) a měly by splňovat daná didaktická kritéria (Beneš et al., 2015). Hlavní otázkou tedy je, které z těchto pokusů splňují všechny didaktické požadavky a napomáhají tak splnění vzdělávacích cílů a

rozvoji přírodovědné gramotnosti. Dále zda jsou pokusy proveditelné v reálných podmínkách škol a jestli poukazují žákům na využitelnost v osobním nebo profesním životě.

1.1 Cíle práce

Cílem této práce bylo zanalyzovat chemické pokusy z vybraných informačních zdrojů, které jsou dostupné učitelům na středních odborných školách. Těmito zdroji jsou učebnice a internet. Analýza byla zaměřena na pokusy z oboru organické chemie. Všechny pokusy uvedené v těchto zdrojích byly zhodnoceny dle nároků na využívání kognitivních funkcí žáků (Bloom) a rozvíjení jejich přírodovědné gramotnosti, dále také dle následujících kritérií – transparentnost, využitelnost poznatků v praktickém životě, problémovost, materiální jednoduchost, ekonomická, technická a časová nenáročnost. Dalším hodnotícím prvkem byla fáze výuky, v níž může být pokus využit, a úroveň badatelství, která je u daného pokusu realizována (viz níže).

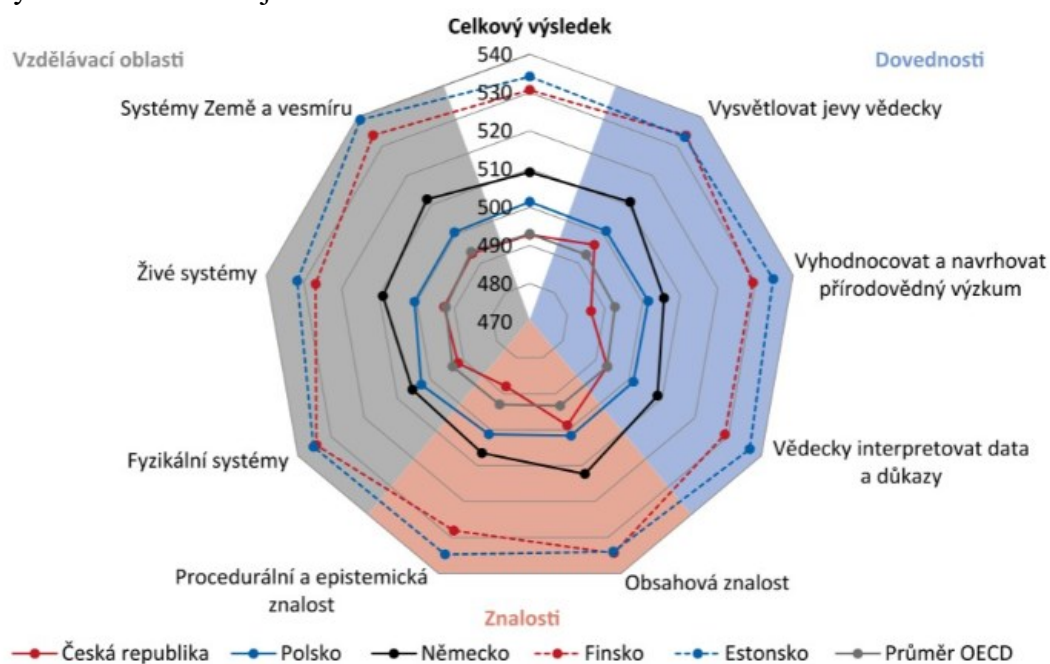
2 Současný stav řešené problematiky

Předmět chemie je součástí přírodovědného vzdělávání. Jeho rozsah se na středních odborných školách (SOŠ) liší v závislosti na jednotlivých oborech (MŠMT, 2008). Výuku chemie by měla doprovázet laboratorní cvičení, která pomohou učitelům k dosažení jednotlivých cílů. Dostupné studie prokazují, že při střídání teoretické a praktické výuky žáci dosahují vyšších výsledků nežli při samotné teoretické výuce. Žáci se prostřednictvím experimentální výuky naučí formulovat výzkumné otázky, provádět experimenty, pracovat s daty, vyvozovat závěry a kriticky myslet, což přispívá k dosažení přírodovědné gramotnosti. Při experimentální výuce také propojují teoretické znalosti s praktickými. Naučí se novým dovednostem při práci s laboratorními pomůckami a přístroji. Prostřednictvím těchto dílčích cílů budou žáci schopni porozumět podstatě přírodních jevů a procesů (Bretz, 2019; Lunetta et al., 2007; van den Berg, 2013). Mnoho studií ale ukázalo, že většina laboratorních cvičení je neúčelných a nevedou k naplnění daných požadavků. Studenti při experimentální činnosti následují pouze pracovní postup, přičemž nevyužívají své dosavadní znalosti a neprohlubují tak své kognitivní schopnosti (Hofstein & Lunetta, 2004; Ibrahim et al., 2014; van den Berg, 2013).

2.1 Přírodovědná gramotnost

V posledních letech je v pedagogickém diskurzu rozvíjen důraz na rozvoj přírodovědné gramotnosti (PřG) u žáků základních a středních škol. Česká školní inspekce (2019) definuje pojem PřG 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“. Pokud žáci dosáhnou požadovaného stupně PřG, budou schopni aplikovat získané znalosti a dovednosti v praktickém, školním a budoucím profesním životě. Také porozumí podstatě přírodních věd a budou moct kriticky přijímat informace přicházející z okolního prostředí (Faltýn et al., 2011). Rozvoj přírodovědné gramotnosti úzce souvisí s dosahováním cílů a kompetencí, které jsou uvedené v RVP SOV. Všechny tyto požadavky z oblasti přírodovědného vzdělávání gramotnost integruje a zdůrazňuje jejich souvislost. Dosahování přírodovědné gramotnosti u žáků proměřuje mezinárodní šetření PISA (Programme for International Student Assessment). Toto testování probíhá u žáků v posledním ročníku povinné školní docházky, a to proto, že v tomto věku žáci dosahují určité úrovně přírodovědné gramotnosti, která tvoří základ pro život ve společnosti. Hlavním úkolem PISA bylo seznámení školských politik zemí OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) s úspěšností jejich vzdělávacích systémů. V posledních letech se však toto šetření stalo pro mnoho zemí standardem kvality vzdělávání a

hodně reforem vzdělávacích programů se uskutečnilo v závislosti na výsledcích PISA (Janoušková et al., 2019). Při testování se sledují tři dovednosti – vědecké vysvětlení jevů, navrhování a vyhodnocení přírodovědného výzkumu a vědecké interpretování dat a důkazů. Aby žák dokázal vědecky vysvětlit přírodní jevy, musí ovládat tzv. obsahovou znalost. Pro navrhování, vyhodnocování výzkumu a interpretování dat musí mít žák tzv. procedurální a epistemickou znalost. U procedurální znalosti zná žák standardní postupy pro objevování vědeckých poznatků a u epistemické znalosti musí žák pochopit smysl vědeckého bádání a objevování nových vynálezů (ČŠI, 2017). V České republice byla v roce 2018 úroveň dosažení PŘG vyšší než průměr OECD. Druhé a vyšší úrovně dosáhlo přibližně 81 % a 8 % dosáhlo páté a šesté úrovně. Žáci, kteří spadají do druhého a vyššího stupně, zvládají vysvětlit přírodní jevy a dokážou využít své znalosti k vyvození závěrů. Žáci, již při testování dosáhli pátého nebo šestého stupně, jsou schopni využívat své znalosti k tvořivé činnosti ve známých i neznámých situacích (ČŠI, 2018). Data z mezinárodního šetření PISA z roku 2015 byla zpracována do grafu (**obr. 1**), na kterém lze pozorovat výsledky žáků v jednotlivých dovednostech, znalostech a vzdělávacích oblastech. Z tohoto grafu lze vyčíst, že všichni žáci z vybraných zemí (Polsko, Německo, Finsko a Estonsko) si vedli lépe než čeští žáci. Ti měli lepší výsledky především v oblasti vysvětlování jevů vědecky, ale horší výsledky v navrhování a vyhodnocování přírodovědného výzkumu. Také se u nich projevila lepší obsahová znalost nežli znalost procedurální a epistemická (Blažek & Příhodová, 2016). Z tohoto důvodu je důležité zařazovat do výuky experimentální činnost, pomocí které můžeme u žáků jednotlivé schopnosti v daných oblastech rozvíjet.



Obrázek 1 Výsledky na dílčích škálách přírodovědné gramotnosti ve vybraných zemích (Blažek & Příhodová, 2016).

2.2 Rámcový vzdělávací program – RVP

Rámcový vzdělávací program je státní dokument vycházející z Národního programu rozvoje vzdělávání neboli z tzv. Bílé knihy. Je charakteristický pro určitý typ a stupeň vzdělávání – předškolní, základní, střední. Obsahuje cíle, kompetence, délku, organizaci a obsah vzdělávání. Popisuje profil absolventa, podmínky průběhu a ukončení studia. Jsou zde také uvedeny podmínky pro vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami. Tento kurikulární dokument je závazný a každá škola si podle něj tvoří školní vzdělávací program – ŠVP (NÚV, 2011).

2.2.1 Rámcový vzdělávací program středního odborného vzdělávání – RVP SOV

Rámcové vzdělávací programy pro střední odborné školy prošly rozsáhlou reformou. Původních 800 oborů bylo zredukováno na 280 oborů, pro něž jsou vytvořené rámcové vzdělávací programy (Rusek, 2013d). Existuje šest hlavních kategorií (J, E, H, L0 a M, konzervatoře a nástavbové studium), do nichž se řadí jednotlivé obory vyučované na středních odborných školách. Obory J jsou dvouleté a jsou ukončené závěrečnou zkouškou. Obory E a H jsou tříleté a žáci získávají výuční list. Ke kategorii L0 a M patří maturitní obory, které jsou čtyřleté a jsou ukončené maturitní zkouškou, kdy žáci po úspěšném absolvování získávají maturitní vysvědčení (NÚV, 2011). Hlavní změny v RVP SOV probíhaly u všeobecně vzdělávacích předmětů, do nichž se řadí i přírodovědné vzdělání. Tato reforma zasáhla především obory M, L0 a H, kde došlo buď k náhradě některého ze stávajících předmětů nebo zde byly tyto předměty nově zavedeny (Rusek, 2013d). Všechny tyto dokumenty mají závazné pouze výstupy vzdělání a prostředky, které jsou nutné k jejich dosažení. V RVP SOV není u přírodovědného vzdělání zmínka o přírodovědné gramotnosti. Avšak všechny uvedené cíle nebo očekávané výstupy souvisí s rozvojem přírodovědné gramotnosti (MŠMT, 2008).

Cíle vzdělávání

V RVP jsou vždy uvedené cíle pro daný stupeň vzdělání. Obecně tyto cíle vyjadřují požadavky společnosti na kompletní rozvoj žáka (osobnostní, vzdělanostní) (MŠMT, 2008).

V RVP SOV jsou uvedené 4 základní cíle, které po splnění připraví žáka na osobní, pracovní i společenský život. Těmito cíli jsou: učit se poznávat (rozšíření základních poznatků), učit se pracovat a jednat (schopnost vykonávat povolání), učit se být (rozvoj osobnosti) a učit se žít společně (schopnost žít ve společnosti) (MŠMT, 2008).

Kompetence

Pojmem kompetence se v RVP rozumí, že cílem vzdělávání není pouze to, aby si žák osvojil dovednosti a poznatky, ale aby se také rozvíjely jeho postoje a hodnoty důležité pro život a povolání (MŠMT, 2008).

V RVP SOV je uvedeno, že vzdělávání na SOŠ v jednotlivých oborech směřuje v souladu s cíli vzdělávání k vytvoření klíčových a odborných kompetencí v návaznosti na základní vzdělání, studijní předpoklady a předchozí získané schopnosti. Klíčové kompetence zahrnují soubor dovedností, vědomostí, postojů a hodnot důležitých k rozvoji osobnosti, zapojení do společnosti a výkonu povolání. Příkladem je: kompetence k učení (schopnost učit se, stanovovat si cíle), kompetence k řešení problémů (schopnost vyřešit problém za pomoci různých prostředků), komunikativní kompetence (schopnost písemného i ústního vyjádření), kompetence sociální a personální (schopnost poznání sebe sama, rozvoj mezilidských vztahů), kompetence občanské (uznávání postojů a hodnot ve společnosti), kompetence pracovní (schopnost uplatnit se v profesním životě).

Odborné kompetence jsou charakteristické pro jednotlivé obory. Vyjadřují pracovní způsobilost absolventa daného oboru (MŠMT, 2008).

Kurikulární rámce vzdělávání

V RVP jsou uvedené tzv. kurikulární rámce vzdělávání, které předkládají škole závazný obsah vzdělávání. Tento obsah je dále rozšířen v ŠVP. Předmět chemie je zde součástí přírodovědného vzdělávání spolu s biologií a fyzikou. Chemie je zpracovaná do dvou variant – varianta A (vyšší náročnost) a varianta B (nižší náročnost). Obě tyto alternativy zahrnují stejné oblasti učiva, přičemž varianta A má některá témata rozšířená. Hodinová dotace u přírodovědných předmětů je minimálně 7 hodin týdně s tím, že si každá škola volí počet hodin věnovaných danému předmětu dle oborů. U většiny oborů (M, L0) jsou 4 vyučovací hodiny přisuzovány chemii. Nutnou součástí vzdělávání jsou laboratorní cvičení, která slouží k osvojení dovedností. Obsah cvičení se odvíjí od okruhů uvedených v RVP. Rozvržení hodinové dotace je v kompetenci školy (MŠMT, 2008).

Očekávané výstupy přírodovědného vzdělávání

Součástí každého rámce vzdělávání jsou tzv. očekávané výstupy, které charakterizují, co by měl žák v každé části učiva zvládnout. Obecným výstupem přírodovědného vzdělání je např. využívání poznatků v reálném životě, schopnost analyzovat a řešit problémy, pozorovat, provádět experimenty a vyvozovat závěry (MŠMT, 2008). K tomu, aby jednotlivé výstupy žáci splňovali, napomáhá práce v laboratořích, popř. demonstrace pokusů při výuce. Za pomoci experimentů si žáci ověří své teoretické znalosti. Dále se u nich začnou rozvíjet nové dovednosti

a zkušenosti při práci s laboratorními pomůckami a technikou. Veškerá experimentální činnost podporuje splnění výstupu, tedy schopnost analyzovat, pozorovat a provádět experimenty či vyvozovat závěry. Provádění pokusů žáky motivuje a zajímá, což vede ke zlepšení postojů k předmětu chemie a také jejich výsledků (van den Berg, 2013).

2.3 Školní vzdělávací program – ŠVP

Školní vzdělávací program je školní dokument, který si každá škola vytváří sama dle příslušného RVP. Tento dokument je povinný, odpovídá za něj ředitel školy a musí být přístupný pro veřejnost. Každý školní vzdělávací program obsahuje: identifikační údaje, profil absolventa, charakteristiku vzdělávacího programu, učební plán, rozpracování obsahu vzdělávání, učební osnovy, zajištění výuky, charakteristiku spolupráce při tvorbě ŠVP (NÚV, 2011). Pro porovnání zařazení experimentální výuky do ŠVP jsem vybrala obor Agropodnikání, ukončený maturitní zkouškou, který spadá do kategorie M. U tohoto oboru je chemie součástí povinného všeobecného vzdělávání. Přehled počtu teoretických a praktických hodin je uveden v **tabulce 1**.

Na Střední zemědělské a ekologické škole v Kostelci nad Orlicí se chemie vyučuje pouze v prvním a druhém ročníku. Žáci prvního ročníku mají 102 hodin obecné a anorganické chemie. Ve druhém ročníku mají 99 hodin organické chemie a biochemie. Součástí teoretické výuky jsou i praktická cvičení, která jsou zařazována do výuky dle potřeby (SZeŠ a SOU CHKT, 2018).

Na Střední zemědělské škole v Benešově mají žáci prvního ročníku 96 hodin obecné a anorganické chemie, z toho 80 hodin teorie a 16 hodin laboratorních cvičení. Žáci druhého ročníku mají 48 hodin organické chemie, z toho 32 hodin teorie a 16 hodin laboratorních cvičení. Ve třetím ročníku se vyučuje 46 hodin biochemie, z toho 40 hodin teorie a 6 hodin laboratorních cvičení (VOŠ a SZeŠ, 2021).

Na Střední zemědělské škole v Chrudimi mají žáci chemii pouze v prvním a ve druhém ročníku. Žáci prvního ročníku mají 120 hodin obecné a anorganické chemie. Ve druhém ročníku mají žáci 120 hodin organické chemie a biochemie. Součástí teoretické výuky jsou i praktická cvičení, která jsou zařazována do výuky dle potřeby (VOŠ a SZeŠ, 2021).

Na Střední zemědělské škole v Táboře je chemie vyučována od prvního do čtvrtého ročníku. Součástí je i analytická chemie, jejíž výuka probíhá v chemické laboratoři. Je jí věnováno 26 hodin, během kterých se žáci učí odebírat a zpracovávat vzorky, kvantitativně a kvalitativně je analyzovat. Všechny obory jsou vyučovány v prvním a druhém ročníku. Ve třetím a čtvrtém

ročníku se získané znalosti prohlubují. Obecné a anorganické chemii je věnováno 150 hodin. Organické chemii a biochemii 85 hodin (VOŠ a SZeŠ, 2021).

Na Střední zemědělské škole v Humpolci se chemie vyučuje v prvním a druhém ročníku. Vyučování je rozděleno na teoretické a praktické hodiny, přičemž se konají vždy 2 hodiny týdně. V prvním ročníku se vyučuje obecná a anorganická chemie v rozsahu 68 hodin. V druhém ročníku jsou žáci seznámeni s organickou chemií a biochemií. Těmto oborům je věnováno také 68 hodin (ČZA, 2018).

Tabulka 1 Přehled počtu teoretických a praktických hodin uvedených v ŠVP jednotlivých škol.

Škola	počet teoretických hodin	počet praktických hodin
Střední zemědělská a ekologická škola v Kostelci nad Orlicí	201	dle potřeby
Střední zemědělská škola v Benešově	154	38
Střední zemědělská škola v Chrudimi	240	dle potřeby
Střední zemědělská škola v Táboře	235	26
Střední zemědělská škola v Humpolci	136	cca 80

V RVP SOV není počet teoretických a praktických hodin výuky chemie stanoven, proto se na každé škole liší. Z analýzy škol, které mají volně dostupné ŠVP na internetových stránkách, je patrné, že pouze dvě školy (Benešov, Humpolec) mají pevně daný počet laboratorních cvičení v každém ročníku. Střední škola v Benešově má navíc v ŠVP stanovená témata laboratorních prací. Střední škola v Táboře má praktickou výuku založenou především na analytické chemii a ostatní analyzované střední školy mají v ŠVP pouze uvedené, že součástí výuky jsou i laboratorní práce.

2.4 Školní chemický pokus

Pro pojem školní chemický pokus existuje mnoho definic. Například Trtílek a kol. (1973) ho definují jako „duševní i fyzická činnost žáků s pomocí učitele, jehož náplní je pozorování přírodních jevů za známých nebo zaměněných podmínek“. V současné době se využívá pojem chemický edukační pokus, který je možné provádět ve škole, v zájmových činnostech či doma (Beneš et al., 2015). Cílem pokusu je získávání poznatků, které vedou k prohlubování chemických znalostí, dovedností a schopností (Trtílek et al., 1973). Prostřednictvím chemických pokusů dochází nejen k osvojování poznatků, ale také k rozvoji teoretických, praktických, intelektuálních a manuálních dovedností. Žáci jsou též vedeni k samostatnosti a aktivitě (Pachmann et al., 1968). Chemický pokus je zároveň nástrojem, který propojuje

jednotlivé složky chemického vzdělání a slouží k rozvoji vědeckého myšlení a přírodovědné gramotnosti (Rusek et al., 2020). Provádění chemických experimentů je náročné z hlediska materiálního, bezpečnostního i organizačního. Na rozdíl od vědeckého pokusu, kdy vědec pouze předpokládá výsledky, má školní chemický pokus již známé výsledky. Také je jeho provedení méně náročné a technické zařízení je jednodušší (Dostál, 2014). Pokusy mohou být součástí vyučovací hodiny nebo laboratorního cvičení. Nevýhodou experimentování při vyučování je, že při dlouhodobých pokusech žáci pozorují pouze některé fáze průběhu. Pokusy lze provádět na konci daného tematického celku pro upevnění znalostí, na začátku nového učiva pro uvedení do dané problematiky nebo při prověřování znalostí a dovedností žáků (Trtílek et al., 1973). Školní chemické pokusy je možné využít k motivaci nebo k ověřování znalostí a dovedností (Pauková et al., 1971).

2.4.1 Funkce školního chemického pokusu

Školní chemický pokus jako součást výuky chemie má mnoho funkcí. Jedná se především o funkci motivační, informativní, poznávací a diagnostickou (Beneš et al., 2015). Druhotné funkce, které může pokus, plnit jsou formativní, metodologické, upevňovací. Motivační funkce zprostředkovává u žáků zájem o provádění činností. Žáky nejvíce motivuje průběh experimentu, u něhož vidí jednotlivé probíhající změny (Čtrnáctová & Halbych, 1997). Informativní funkce je dána souborem poznatků, které žáci v průběhu provádění chemického pokusu získávají, popř. si je osvojují (Solárová, 2011). Nové znalosti žáci získávají při přípravě pokusu, během jeho pozorování a následném zpracování a vyhodnocení výsledků. Osvojení stávajících znalostí probíhá při vlastním provedení pokusu, kdy si žáci upevňují a doplňují informace. Formativní funkce experimentů je dána činností, jejímž prostřednictvím se u žáků rozvíjí schopnosti, které formují osobnost a postoje žáka. Metodologická funkce chemického pokusu seznamuje žáky s metodami, jež zprostředkovávají poznání chemie jako vědy (Čtrnáctová & Halbych, 1997). Upevňovací funkce umožňuje aplikovat získané znalosti v praxi při měnících se podmínkách. Žáci při provádění pokusu upevňují své intelektuální a manuální dovednosti. Kontrolní funkce chemického pokusu slouží k ověřování osvojených znalostí a dovedností. Učitel kontroluje činnost žáka při laboratorním cvičení. Posuzuje pečlivost, přesnost, porozumění nebo aplikaci teorie do praxe (Pauková et al., 1971).

2.4.2 Struktura školního chemického pokusu

Školní chemický pokus můžeme rozdělit do třech hlavních fází, podle jednotlivých aktivit žáků – preparativní, realizační a hodnotící (Solárová, 2011). První fáze je tzv. preparativní, kdy se žáci připravují materiálně i nemateriálně. Materiální příprava zahrnuje přípravu laboratorních

pomůcek, chemického nádobí a chemikálií. Nemateriální přípravou se rozumí připravenost žáků provádět experiment znalostně i duševně (Čtrnáctová & Halbych, 1997). Učitel v preparativní fázi musí zvážit několik faktorů (cíl, podstata pokusu, pokyny) pro úspěšný průběh chemického pokusu a musí hodinu správně organizovat (Solárová, 2011). Druhá fáze zahrnuje vlastní provedení pokusu a následné pozorování změn (změna zbarvení, únik plynu). Třetí fází je vyhodnocování pozorovaných jevů (identifikace plynu, sraženiny) a zpracování zjištěných údajů (sestavení chemické rovnice, výpočty). Struktura školního chemického pokusu je však proměnlivá a záleží na stanovených cílech (Čtrnáctová & Halbych, 1997).

2.4.3 Klasifikace chemických pokusů

Chemické pokusy lze dělit do několika kategorií podle různých kritérií. Podle vnějších forem výuky se pokusy dělí na školní a domácí. Podle vnitřních forem výuky se dělí na demonstrační a žákovské. Podle fáze výuky, ve které jsou prováděné, se rozdělují na motivační, uvádějící, aplikující, shrnující, navazující nebo kombinované. Podle množství použitého materiálu se pokusy dělí na provedení makrotechnikou, semimikrotechnikou nebo mikrotechnikou. Podle gnozeologických charakteristik se dělí na zjišťující nebo dokládající. Podle exaktnosti se pokusy dělí na kvalitativní a kvantitativní (Pachmann & Hofmann, 1981). Přehled klasifikace chemických pokusů je uveden na **obrázku 2**.

Pokusy podle vnějších forem výuky

Do této kategorie patří pokusy školní a domácí. Hlavním rozdílem mezi nimi je místo realizace pokusu. Při školním chemickém pokusu žáci pracují ve škole s připravenými laboratorními pomůckami a materiálem ve spolupráci s učitelem. Hlavním cílem školního pokusu je získávání poznatků, které vedou k hlubšímu chemickému poznání (Trtílek et al., 1973).

Při domácím chemickém pokusu žáci pracují doma s běžně dostupným materiálem a zcela sami. Hlavním cílem je ukázat žákům, že chemie je všude kolem nás (Solárová, 2011).

Pokusy podle vnitřních forem výuky

Do této kategorie se řadí pokusy demonstrační a žákovské. Demonstrační pokusy jsou většinou předváděné učitelem. Žáci zůstávají ve svých lavicích nebo jsou u demonstračního stolu, aby mohli lépe pokus pozorovat. Hlavním cílem je rozvoj schopnosti pozorovat cílevědomě a plánovitě. Může sloužit i k ukázce správného provedení pokusu, který žáci mohou následně napodobovat (Trtílek et al., 1973). Výuka s demonstračním pokusem učitele může být využita, je-li provedení pokusu technicky náročnější, popř. je potřeba drahých přístrojů či nebezpečných chemikálií (Pauková et al., 1971). Demonstrační pokus nemusí předvádět pouze učitel, ale také žák, kdy se jedná o tzv. demonstrační pokus žáka (Pachmann et al., 1968). Žákovské pokusy

jsou prováděné přímo žáky, a to v rámci laboratorního cvičení nebo teoretické výuky. Tento typ pokusu by měl mít vždy přednost před demonstračním, především proto, že žáci si ověřují své znalosti v praxi a rozvíjejí své dovednosti a schopnosti. Podle provedení pokusu se dělí na frontální a simultánní (Pachmann et al., 1968). Při frontálních žákovských pokusech žáci pracují současně na stejném experimentu a učitel veškerou práci řídí a koordinuje. Při simultánních pokusech žáci pracují také na stejném pokusu, avšak různým pracovním tempem (Pachmann et al., 1968; Pauková et al., 1971). Žákovské pokusy se dále dělí podle tématu na pokusy, při kterých žáci pracují na dílčích úkolech, které spolu úzce souvisí nebo na různých úkolech, jež spolu nijak nesouvisí (Pachmann et al., 1968).

Pokusy podle fáze výuky

Školní chemický pokus může být uplatněn ve všech fázích výuky. V úvodní části výuky mohou být zařazovány motivační pokusy, které slouží k probuzení zájmu o danou problematiku (Pachmann et al., 1968). Motivace buď vychází z vnitřních potřeb žáka (touha po poznání a dobrém výkonu) nebo po působení vnějších podnětů (efekt pokusu) (Hrabal et al., 1984). Při fázi osvojování učiva se uplatňují uváděcí pokusy, kdy žáci aplikují nové vědomosti v praxi. Při fixační fázi výuky se využívají pokusy shrnující a kombinované k opakování, prohlubování a upevňování učiva. V poslední části výuky se pokusy mohou uplatnit při kontrole dosažených znalostí (Pachmann et al., 1968).

Pokusy podle gnozeologického hlediska

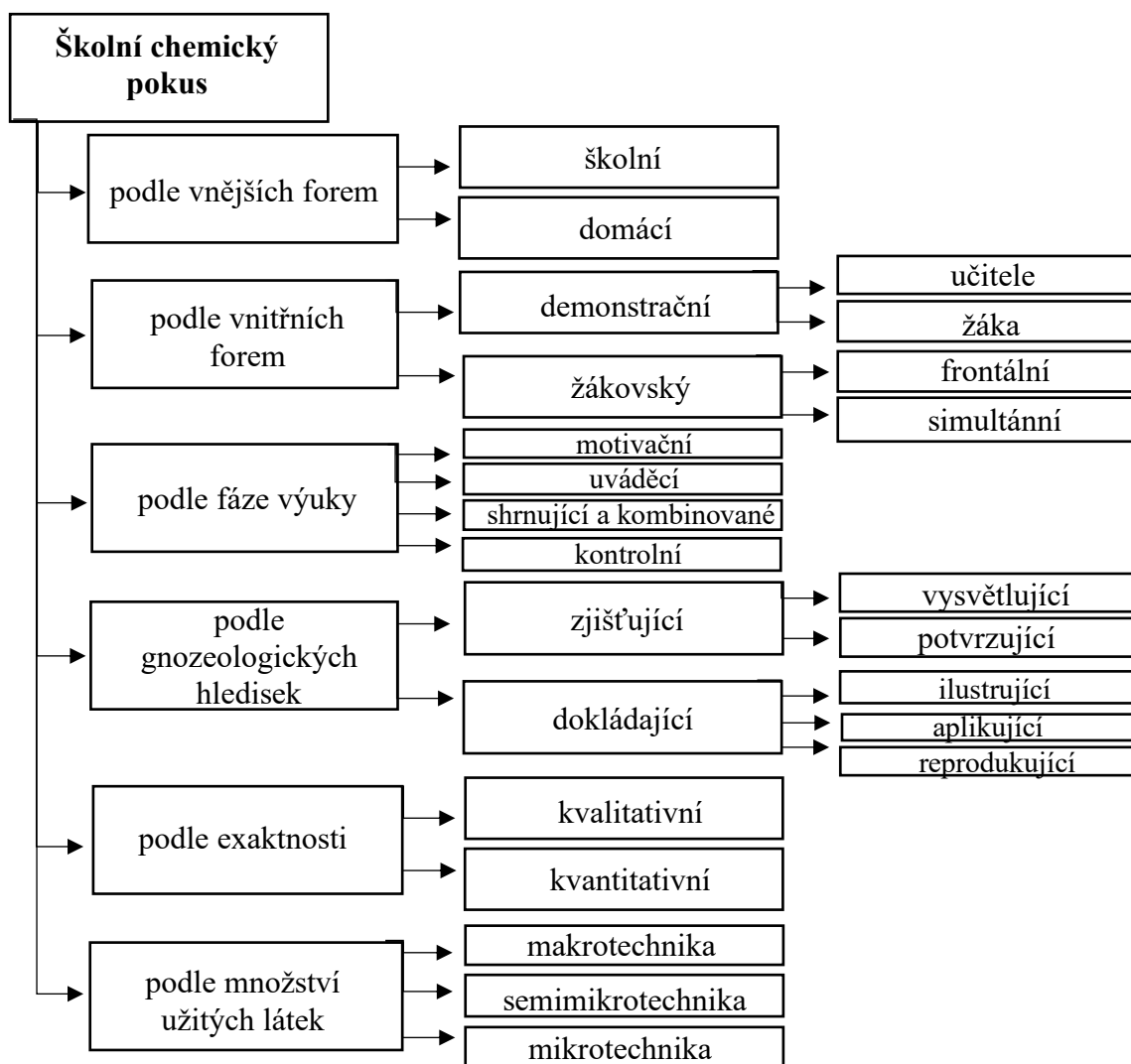
Pokusy lze třídit podle gnozeologického hlediska neboli podle cesty, která vede k poznání. Pokud žáci prostřednictvím chemických pokusů získávají nové poznatky, označujeme je jako pokusy zjišťující (Dostál, 2013a; Pachmann & Hofmann, 1981). Tyto experimenty jsou didakticky velmi cenné zejména proto, že žáci sami dochází k daným závěrům, popř. se sami přesvědčují o správnosti svých hypotéz. Pokusy zjišťující se dále dělí podle žákovských předpokladů na pokusy vysvětlující (žáci nemají žádné představy o zkoumané problematice a daný pokus jim nové učivo vysvětluje), ověřující (žáci mají potřebné dosavadní znalosti a pokus slouží k ověření správnosti jejich hypotéz), potvrzující (předpoklady se shodují se zkoumaným jevem) a odporující (žákovské hypotézy jsou v rozporu s daným experimentem) (Pachmann et al., 1968). Druhým typem jsou pokusy dokládající, kterými si žáci ověřují své znalosti (Dostál, 2013a; Pachmann & Hofmann, 1981). Tyto pokusy můžeme dělit dle využití na ilustrující (upevnění znalostí experimentem), aplikující (aplikace znalostí v praxi za různých podmínek), reprodukcující (neměnné podmínky, napodobování) (Pachmann et al., 1968).

Pokusy podle množství využitého materiálu

Pokusy jsou prováděny buď makrotechnikou, semimikrotechnikou nebo mikrotechnikou, a to podle množství reagujících látek. Pokusy prováděné makrotechnikou jsou žákovské nebo demonstrační. Při semimikrotechnice jsou vykonávány reakce s využitím kazetové soupravy a u mikrotechniky se provádí kapkové reakce (Pachmann et al., 1968).

Pokusy podle exaktnosti

Do kategorie pokusů dle exaktnosti se řadí kvalitativní a kvantitativní pokusy. Kvalitativní experimenty se zaměřují na povahu a vlastnosti látek. Kvantitativní pokusy se zaměřují na množství daných látek a jejich následné měření (Pachmann et al., 1968).



Obrázek 2 Klasifikace školních chemických pokusů (Pachmann et al., 1968).

2.4.4 Kritéria školního chemického pokusu

Školní chemický pokus je jeden z nejdůležitějších prostředků ve výuce chemie. Pomocí experimentální činnosti žáci získávají nové informace o chemických jevech, dějích a látkách. Seznamují se s výzkumnými metodami a činností v laboratoři získávají nové dovednosti

(Čtrnáctová & Halbych, 1997). Pro provádění chemických pokusů je důležité, aby měli žáci vědomostní základ. To ale neznamená, že by experimentální výuka byla pouhým osvojovacím procesem. Pomocí laboratorního cvičení mohou žáci rozvíjet jak intelektuální znalosti, tak manuální dovednosti (Pachmann et al., 1968). Ty následně vedou k nabytí schopnosti chemického myšlení a aktivního, samostatného a tvořivého učení. Při provádění školního chemického pokusu by žáci měli rozvíjet schopnost tvořit hypotézy, analyzovat, syntetizovat a abstrahovat. Experimentální činnost by je měla vést ke kritickému myšlení a pozorování, k vyvozování a prokázání závěrů. U žáků by se měla také rozvíjet schopnost formulovat závěry, využívat odbornou terminologii a přesvědčivě vyvracet nesprávné závěry (Pachmann, 1974). Chemické pokusy prováděné ve škole by měly splňovat určitá kritéria, podle kterých můžeme zhodnotit jejich přínos pro studenty. Zásadní význam pro výběr pokusu má bezpečnost. Učitel by měl vždy volit takový pokus, jež je proveditelný za podmínek, které jsou především pro žáky i učitele bezpečné (Čtrnáctová & Halbych, 1997). Před zařazením pokusu do výuky je důležité zhodnotit bezpečnost z hlediska využitého zařízení, chemikálií, pomůcek, postupů a prostředí (Dostál, 2014). Pokud podmínky školní laboratoře nedovolují výběr vhodnější a bezpečnější varianty pokusu, učitel jej do výuky nezařazuje (Čtrnáctová & Halbych, 1997). Tato podmínka pokusu by měla být vždy bezpodmínečně splněna, proto nepoukazuje na jeho kvalitu či přínos pro žáky.

Jednoduchost chemického pokusu

Jednou z velice důležitých podmínek pokusu je jednoduchost. Pokud je pokus, který žáci provádí nebo pozorují, jednoduchý, projevují o něj mnohem větší zájem a aktivně se podílí na jeho realizaci. Pokusy, jež splňují dané kritérium, vzbuzují v žácích potřebu poznávat. Pro jednoduchý pokus je charakteristická transparentnost. Ta je podmíněna třemi základními faktory, ke kterým patří potlačení ostatních jevů, zaměření se na podstatu jevu, snadné provedení pokusu (Trna, 2014). Pro školní chemický pokus platí, že má být jeho provedení jednoduché, ale jeho řešení složité (Dluhoš, 1995). U jednoduchých pokusů je důležité využívat jednoduché pomůcky, které žáci znají z běžného života. V takových případech je experimentování založené na žákovských prekonceptech neboli znalostech, které získali v průběhu svého života (Trna, 2014).

Problémovost chemického pokusu

Pokud se školní chemický pokus bude zaměřovat pouze na podstatu zkoumaného jevu, vyvolá to v žákovi potřebu aktivního poznání. Začne se u něj probouzet schopnost řešení problémů a kritického myšlení (Trna, 2004). Chemické pokusy zaměřené na řešení problémů rozvíjejí u žáků tvůrčí myšlení. Při laboratorním cvičení mohou být pomoci problémovosti pokusu

seznámení s úplně novou metodou nebo se mohou naučit její identifikaci (Hofstein & Lunetta, 1982).

Nenáročnost chemických pokusů

Další důležitou podmínkou je **technická nenáročnost**, která umožňuje žákům vlastní provedení pokusu. Pokud je tato podmínka splněna, žáci mají možnost realizovat pokus jak ve škole, tak doma, přičemž vždy dochází k rozvoji manuálních dovedností (Trna, 2014). Pokud provedení daného experimentu vyžaduje speciální zařízení, jež není běžně dostupné, dochází ke snižování motivace a aktivity žáků. Předpokládá se, že pokud žák projeví o danou problematiku zájem, bude chtít v experimentování pokračovat i mimo školní prostředí, což by mu mělo být umožněno (Dostál, 2014). Do této kategorie také zařazujeme **časovou nenáročnost**. Provedení či demonstrace chemického pokusu by mělo být realizovatelné v časovém úseku 45 min. V rámci laboratorního cvičení mohou být voleny časově náročnější pokusy. Při výběru jednotlivých pokusů je důležité brát zřetel na časovou dotaci, kterou je potřeba věnovat celému experimentu – příprava, provedení, vyhodnocení (Čtrnáctová & Halbych, 1997). Toto kritérium je podmíněno nejen délkou vyučovací hodiny, ale také psychologickým faktorem, kdy žáci nejsou schopni delší dobu udržet pozornost (Dostál, 2014). V dnešní době se klade větší důraz na **ekonomickou nenáročnost**. Ta je dána především cenou chemikálií a materiálním vybavením chemických laboratoří, které jsou nezbytné k provedení pokusu (Čtrnáctová & Halbych, 1997).

2.4.5 Zdroje pokusů

Pokusy jsou nedílnou součástí výuky chemie. Pro jejich lepší zařazení do výuky existují různé zdroje experimentů, odkud mohou učitelé čerpat (Svoboda et al., 2011). Z analýzy, která zkoumala podmínky experimentální činnosti, vychází, že nejčastějšími zdroji námětů na experimenty jsou učebnice a internet (Rusek et al., 2020).

Učebnice chemie pro střední školy

Učebnice jsou jednou z nejrozšířenějších didaktických pomůcek využívaných na všech školách (Vojtř & Rusek, 2021). Jedná se o didaktické texty, které slouží učitelům jako opora výuky (teoretické i experimentální). Žákům dávají celkový přehled učiva, náměty k procvičování a k jeho osvojení (Pachmann & Hofmann, 1981). Kvalitu učebnic charakterizují čtyři základní rysy – odbornost, správnost obsahu, náročnost a estetičnost (Beneš et al., 2009). Učebnice, které odpovídají školskému zákonu a RVP pro daný stupeň vzdělávání, podporují rozvoj klíčových kompetencí a dosahují dostatečné odborné úrovně, mají udělenou schvalovací doložku

Ministerstva školství mládeže a tělovýchovy (MŠMT) (MŠMT, 2003). Tato doložka má pouze informativní charakter a výběr učebnic je v kompetenci školy (Sikorová, 2007).

Na trhu je dostupné dostatečné množství učebnic chemie pro střední školy, ale pouze malé množství z nich obsahuje náměty na praktická cvičení. K těmto učebnicím patří například Chemie pro gymnázia I., autoři Vratislav Flemr a Bohuslav Dušek, a Chemie pro gymnázia II. od autorů Karel Kolář, Milan Kodíček a Jiří Pospíšil. V prvním díle této učebnice jsou žáci seznámeni s obecnou a anorganickou chemií. Poslední kapitola je věnována laboratorním cvičením, kde se žáci seznamují se základy chemické laboratoře (látky, pomůcky, základní operace). Jednotlivé pokusy, které jsou zde uvedené, jsou chronologicky sestavené dle témat v učebnici. Součástí učebnice jsou také demonstrační pokusy, jež jsou uvedené u jednotlivých témat (Fleml & Dušek, 2001). Druhý díl obsahuje učivo organické chemie a biochemie. I zde jsou náměty na demonstrační pokusy, které jsou v učebnici označené písmenem P. Poslední kapitola obsahuje náměty na laboratorní práce. Součástí postupů jsou nákresy aparatur či značky nebezpečných látek (Kolář et al., 1997). Další možnou učebnicí, která obsahuje náměty na praktická cvičení, je Chemie pro střední školy 1a, 1b, 2a, 2b od autorů Werner Eisner a Wolfgang Amann. Všechny tyto díly jsou přeložené z německého jazyka a obsahují návrhy na demonstrační i žákovské pokusy. Jednotlivé pokusy jsou označené písmenem P. U každého z nich je uveden postup práce, popř. nákres aparatury. První díly obsahují závěrečnou kapitolu s informacemi o bezpečnosti práce v laboratoři, o chemickém nádobí a pomůckách (Eisner, 1996), (Eisner, 1997), (Amann, 1998), (Amann, 2000). Další učebnice dostupná na trhu je Chemie pro obory SOŠ a SOU nechemického zaměření od autorů Jaroslav Blažek a Ján Fabini. Součástí teorie jsou otázky a úkoly, ve kterých jsou i náměty na pokusy. Poslední kapitola je věnována laboratorním cvičením, kde jsou uvedeny základní informace o práci v chemické laboratoři (bezpečnost práce, první pomoc) a návody k laboratorním cvičením. Jednotlivé úlohy obsahují postup, závěrečné otázky nebo nákresy aparatur (Blažek & Fabini, 1999). Poslední učebnicí je Chemie pro střední školy od autorů Jiří Banýr, Pavel Beneš, Jan Hally, Karel Holada, Petr Novotný a Jiří Pospíšil. Součástí této učebnice jsou návrhy na demonstrační či žákovské pokusy, které jsou uvedené u jednotlivých témat. Tyto úlohy jsou vždy označené symbolem třecí misky s tloučkem. Poslední kapitola dané učebnice je věnována laboratorním cvičením. V úvodu jsou žáci seznámeni se základními informacemi, které se týkají práce v laboratoři (laboratorní řád, bezpečnost práce, první pomoc). Dále je zde uvedeno 25 námětů na laboratorní pokusy. Všechny úlohy obsahují postup práce a závěry, v nichž mají žáci zadané úkoly, které mají zpracovat. Součástí jsou piktogramy charakterizující látky, se kterými žáci budou pracovat. Některé postupy obsahují nákres aparatury (Banýr et al., 1995).

Internet jako zdroj experimentů

Na internetu je možné dohledat spoustu námětů pro praktickou výuku chemie. Příkladem mohou být internetové stránky Studium chemie od Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, které zde uvádí 160 pokusů. Tyto pokusy jsou z oborů obecné, anorganické, organické chemie i biochemie. U každého je vždy uveden název pokusu, potřebné pomůcky a chemikálie, postup, princip, využití, typ pokusu, bezpečnost práce, vlastnosti látek, potřebný čas na provedení pokusu, tipy a triky, popř. video. Učitel, který by zde chtěl čerpat náměty na pokusy, se musí zaregistrovat, aby se mu jednotlivé postupy prací zpřístupnily. Možnou výhodou je, že jsou zde uvedené tipy a triky, ve kterých autoři uvádí, jak správně provést daný pokus (PřF Univerzita Karlova, 2009).

Video-databáze chemických pokusů

V České republice jsou dvě video-databáze, a to na internetových stránkách Zemědělské fakulty Jihočeské Univerzity a na vzdělávacím portálu Chemie.gfxs.cz. Internetová video-databáze chemických pokusů na ZF JU obsahuje kategorie efektní pokusy I, II, III, kde jsou uvedené pokusy především z anorganické a obecné chemie, kategorie organická chemie, biochemie a makromolekulární chemie. Součástí každého pokusu je popis principu, postupu, námětů na otázky a úkoly či poznámky. Videá jsou bez zvuku. Pokusy mohou být využity učitelem jako námět do praktické části výuky nebo jej může využít jako součást teoretické výuky. Žáci mají možnost si pokus pustit znovu a mohou s ním i pracovat (Svoboda, 2004). Druhá video-databáze je součástí chemického vzdělávacího portálu, který mimo jiné obsahuje i široký výběr psaných námětů na laboratorní práce. Videí s náměty na pokusy je zde pouze několik, a to především z obecné a anorganické chemie. Součástí každého experimentu jsou základní informace (pomůcky, chemikálie, postup, vysvětlení, metodické poznámky, popř. rovnice). Videá lze přehrát pouze v přehrávači QuickTime (Kuglerová et al., 2003).

2.4.6 Metody zaměřené na experimentální činnost

Na středních školách by měly být součástí předmětu chemie i laboratorní cvičení především proto, že hlavními očekávanými výstupy uvedenými v RVP jsou schopnost analyzovat, řešit problémy, pozorovat, provádět experimenty a vyvozovat závěry. Počet hodin, které by se měly věnovat praktické části, není v RVP uveden. Z tohoto důvodu si každá škola volí sama, v jaké míře budou laboratorní práce zahrnuty do výuky, což je patrné i z analýzy ŠVP uvedené v kapitole 2.3. (MŠMT, 2008). Organizace laboratorního cvičení se značně liší od klasické vyučovací hodiny. Zejména tím, že učitel pracuje s menším počtem žáků ve dvou vyučovacích hodinách za sebou. Tyto hodiny probíhají buď v odborné učebně, nebo ve vybavené laboroři.

Žáci se při laboratorním cvičení věnují pouze experimentální činnosti. Mohou pracovat samostatně nebo ve dvojicích. Učitel celou práci řídí, kontroluje a hodnotí. Experimentální činnost by u žáků měla rozvíjet mnoho kompetencí, např. řešení problémů nebo schopnosti objevování (Pachmann & Hofmann, 1981). Také by měla žáky motivovat a měnit u nich postoje k předmětu chemie (Beneš et al., 2015). Mnoho studií ale dokazuje, že žáci při práci v laboratoři rozvíjejí dovednosti na velice nízké úrovni a nezapojují při tom kognitivní schopnosti (Hofstein & Lunetta, 2004; Ibrahim et al., 2014; van den Berg, 2013). Při provádění experimentu pouze následují soubor daných postupů, což vede k pozorování na makroskopické úrovni (Johnstone, 1991). Z tohoto důvodu je doporučováno zařazovat laboratorní cvičení také na začátek nového učiva, aby žáci dané skutečnosti objevovali, ne pouze ověřovali (Pachmann & Hofmann, 1981). Z hlediska plnění cílů můžeme experimentální činnost rozdělit do tří kategorií – koncepční, výzkumnou, přístrojovou. Koncepční laboratorní práce je založená na sledu činností, které vedou k utváření konceptů a zároveň k odbourávání miskonceptů. Hlavním cílem je, aby žáci byli schopni rozvíjet a zdokonalovat koncepty za pomoci výzkumu. Výzkumná laboratorní práce je založená na aktivním učení žáků provádět výzkum (van den Berg, 2013). Při této činnosti si žáci procvičují dovednosti, které jim umožňují získávat a ověřovat znalosti v praxi. Žáci se učí formulovat výzkumné otázky a hypotézy, zkoumat řešení a shromažďovat informace a vést kvalitní diskusi (Ibrahim et al., 2014). Přístrojové laboratoře se zaměřují na rozvoj dovednosti manipulace s přístroji. Při této práci se žáci seznamují s jednotlivými technikami. Hlavním instruktorem je učitel, který tyto techniky a postupy zná (van den Berg, 2013).

Experimentální výuka může být vedena různými způsoby v závislosti na možnostech dané školy. V následujících kapitolách jsou uvedené inovativní metody zaměřené na experimenty, které podporují učení žáků, rozvoj kognitivních schopností na vyšších úrovních a přírodovědné gramotnosti.

Problémové vyučování

Problémové vyučování je metoda, při které učitel žákům nepředává hotové znalosti, ale předkládá jim takové úlohy, jež je k daným poznatkům dovedou. Při řešení těchto úloh žáci rozvíjejí schopnost aktivně a samostatně získávat informace. Rozvíjí se u nich schopnost kritického myšlení, tvořivé činnosti a fantazie (Hončíková & Novotný, 2006). Výhodou problémového vyučování je, že působí na žáky motivačně, protože řešené úlohy jsou většinou z praktického života, a tudíž žákům blízké. Také umožňují jak individualizovanou práci, tak i spolupráci. Aby všechny tyto vlastnosti problémová úloha měla, musí učitel vše důkladně promyslet a zorganizovat. Při plánování musí brát zřetel na úroveň žákovských vědomostí a na

jejich kognitivní schopnosti (Foshay & Kirkley, 2003). Kritické myšlení, které při řešení problémů žáci využívají, zahrnuje dovednosti a dispozice, které by měli být schopni při laboratorním cvičení aplikovat. K dovednostem kritického myšlení patří interpretace neboli charakteristika problému, analýza problému, hodnocení platnosti hypotéz, vyvozování závěrů, vysvětlení postupů, předložení argumentů a nakonec sebehodnocení, popř. následné odstranění chyb. K dispozicím kritického myšlení patří hledání pravdy, které podporuje zkoumání, zvědavost, jež je důležitá pro získání znalostí, zralost a opatrnost v rozhodování, analytičnost, která spočívá v aplikaci myšlenkových operací pro vyřešení problémů, otevřenost neboli tolerance k různým názorům, systematickosti neboli schopnost organizovat a zapojit se do řešení, sebedůvěra neboli schopnost věřit ve vlastní závěry (Zhou et al., 2013). Problémové vyučování se skládá z několika fází – nastínění problému, analýza problému, plánování a řešení problému, formulování závěrů (Honzíková & Novotný, 2006).

Badatelsky orientovaná výuka

Badatelsky orientovaná výuka neboli IBSE (Inquiry Based Science Education) je metoda výuky, při které žák sám objevuje nové skutečnosti, učí se aktivně poznávat, řešit problémy a tvořivě myslet (Dostál, 2013a). Existuje mnoho definic pojmu bádání. Podle Stuchlíkové (2010) je „bádání 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“. Badatelsky orientovaná výuka napomáhá k dosažení cílů, které jsou uvedené v RVP. Zároveň u žáků rozvíjí přírodovědnou gramotnost, kdy žáci tvoří hypotézy, navrhují experimenty, analyzují data. Pomocí této metody si žáci osvojují a potvrzují vědomosti, získávají nové zkušenosti a dovednosti, rozvíjí se u nich schopnost řešit problémy a mění se jejich hodnoty a postoje (Dostál, 2015; Zámečnicková, 2013).

Badatelsky orientovaná výuka je rozložena do 5 fází – orientace, konceptualizace, provedení výzkumu, vyvozování závěrů a hodnocení (diskuse). V prvním kroku jsou žáci seznámeni s tématem a řešeným problémem. Hlavním záměrem je motivace žáků a zvýšení jejich zájmu o danou problematiku. V druhé fázi žáci formulují výzkumné otázky a své hypotézy. Následuje samotné provedení experimentu. Dále dochází k porovnávání výsledků s hypotézami a vyvozování závěrů. Poslední krok zahrnuje komunikaci a reflexi, které slouží ke sdílení procesu a k diskusi (Clotilde & Andrea, 2016). Tento způsob výuky simuluje vědecké postupy, kdy žáci stanovují hypotézy, ověřují je v praxi a vyvozují závěry. Učitel má při dané výukové metodě funkci koordinátora a facilitátora žáků, kterým pomáhá k dosažení cílů (Zámečnicková, 2013). Prostřednictvím této inovativní metody se žákům předává učivo v souladu s povahou

přírodovědných oborů (Nature of science). V závislosti na tom, do jaké míry se výzkumu účastní učitel, se IBSE dělí do několika úrovní. Dle Banchi and Bell (2008) se badatelská výuka dělí do čtyř úrovní:

- **Potvrzující bádání** – Učitel poskytuje žákům výzkumnou otázku, postup řešení a výsledky. Úkolem žáků je dané výsledky ověřit.
- **Strukturované bádání** – Učitel poskytuje žákům výzkumnou otázku a postup řešení. Úkolem žáků je na základě výzkumu vyvodit závěry.
- **Nasměrované bádání** – Učitel poskytuje žákům výzkumnou otázku. Úkolem žáků je vymyslet postupy analýzy a vyvodit závěry.
- **Otevřené bádání** – Celý výzkum je v kompetenci žáků – vymyslí výzkumnou otázku, hypotézy, postupy a vyvodí závěry.

Dle Buck et al. (2008) se badatelská výuka dělí do pěti úrovní. První tři úrovně jsou stejné. Čtvrtá úroveň se také nazývá otevřené bádání, ale žáci mají výzkumnou otázku zadanou a jsou seznámeni s teoretickými východisky. Pátá úroveň se nazývá skutečné bádání, kdy celý výzkum závisí na žácích. Tzn. že žáci si sami vyberou téma svého výzkumu, vymyslí postupy analýzy a vyvodí závěry. Je prokázáno, že prostřednictvím této metody se u žáků zvyšují výsledky, motivace k učení a postoj k přírodním vědám. Zároveň je ale poukazováno na to, že i když je žádoucí u žáků aplikovat nejvyšší stupně bádání (skutečné), musí být žáci připraveni pracovat samostatně, aby nebylo výsledné učení kontraproduktivní. Z tohoto důvodu byla provedena studie, v níž bylo zkoumáno tzv. synergické badatelství, které je založené na spolupráci učitele a žáků při řešení problémů. V praxi to znamená, že učitel i žáci kladou otázky a společně pak přichází na jejich odpovědi. Základní myšlenkou tohoto vyučování je, že hlavním aktérem výzkumu je student a učitel je konzultant, který poskytuje své odborné znalosti a zkušenosti pro realizaci celého vědeckého experimentu. Učitel může žákům poskytovat své názory, upozorňovat je na chybné úvahy či nesprávné metody. Prostřednictvím této výuky se žáci učí důkladně popisovat postupy experimentů, prezentovat analyzovaná data a vyvozovat závěry, které jsou podložené. Každý má možnost pracovat svým tempem a využívat pomoc učitele dle své potřeby. Prostřednictvím synergického badatelství jsou žáci seznámeni s vědeckými postupy a procesy, kterými se lidé stávají vědci. Mnoho žáků pracuje na daném experimentu i mimo vyučování a nad jeho provedením stráví mnohem delší dobu než při klasickém laboratorním cvičení, což dokazuje, že prostřednictvím této výuky se u žáků zvyšuje motivace a zájem o přírodní vědy (Kuntzleman, 2019). Přehled jednotlivých úrovní bádání je uvedený v **tabulce 2**.

Tabulka 2 Úroveň IBSE v závislosti na účasti učitele (ano) doplněné o synergické bádání (Buck et al., 2008; Kuntzleman, 2019)

Charakteristika	Potvrzující	Strukturované	Řízené	Otevřené	Skutečné	Synergické
Výzkumná otázka	ano	ano	ano	ano	ne	společně
Teorie	ano	ano	ano	ano	ne	společně
Postupy	ano	ano	ano	ne	ne	společně
Metody analýzy	ano	ano	ne	ne	ne	společně
Prezentace výsledků	ano	ne	ne	ne	ne	společně
Vyvozování závěrů	ano	ne	ne	ne	ne	společně

Počítačem podporovaný chemický experiment

Počítačem podporovaný chemický experiment je reálný pokus, při jehož provádění se využívají měřicí systémy propojené s počítačem pro zobrazení nebo vyhodnocení dat. Výhodou těchto experimentů je, že pomocí měřících systémů jsou data analyzována v průběhu reakce, tzn. v reálném čase. Výsledky měření jsou ihned vyhodnoceny a po nějakou dobu uchovány. Také přibližují žákům využití ICT při technologických výrobcích v běžném životě. V chemické laboratoři je možné tyto přístroje využít k měření fyzikálně-chemických veličin, jako např. teplota, tlak, hmotnost, napětí, pH, vodivost nebo intenzita světla (Bilek & Hrubý, 2014). Uspořádání těchto měřících systémů je následovné – čidlo, které měří jednotlivé veličiny, rozhraní, které shromažďuje naměřená data a popř. počítač s vhodným softwarem pro vyhodnocení naměřených výsledků. Příkladem školních experimentálních systémů může být ISES nebo CMS v. 2.0. Systém ISES je využíván především učiteli fyziky. V současné době je také uplatňován při výuce biologie nebo chemie. K tomuto systému je možné připojit voltmetr, ampérmetr, pH metr, tlakoměr, konduktometr, snímač EKG nebo srdečního tepu. Druhý systém CMS je využíván především v chemických laboratořích (Stratilová Urválková, 2013).

Virtuální laboratoř

Virtuální neboli simulované laboratoře jsou založené na využívání multimediálních pomůcek, které slouží k představení určitého jevu či experimentu. Tuto laboratoř může představovat software nainstalovaný v PC, applet neboli aplikace pracující přes webové rozhraní, popř. aplikace v mobilním telefonu či tabletu (Mikeš & Hlavatý, 2020). Za pomoci virtuální laboratoře je možné simulovat různé děje, do kterých žák může interaktivně zasahovat. Má možnost měnit jednotlivé parametry a podmínky průběhu reakce (Dostál, 2013b). Virtuální laboratoř často využívají školy, které nemají chemickou laboratoř nebo nemají dostatečné vybavení pro provedení daných experimentů. Také ji do výuky zařazují školy, které mají zkrácenou výuku chemie či nemají možnost rozdělit třídu do více skupin (Tüysüz, 2010). Příkladem virtuální laboratoře může být phET Interactive Simulation, jež obsahuje několik

appletů. Ty se věnují chemickým výpočtům, vyčíslování chemických rovnic, rozpustnosti látek či stavbě molekul. Předností této virtuální laboratoře je interaktivnost, názornost a zábavnost. Dalším příkladem může být IrYdium (ChemVLab+), která neobsahuje pouze interaktivní simulace, ale je provedená jako tzv. otevřená laboratoř, v níž mohou žáci provádět několik různých experimentů. Žáci zde pracují s chemickými látkami, pomůckami i přístroji a musí vyřešit zadanou chemickou úlohu a odpovědět na otázky. Tyto úlohy se věnují vážkové a odměrné analýze nebo rozpustnosti. Předností takové laboratoře je, že se podobá reálné chemické laboratoři (Mikeš & Hlavatý, 2020).

Vzdálená laboratoř

Vzdálená laboratoř je založená na tom, že žáci provádí reálný pokus pomocí webového rozhraní. Žáci pomocí internetové sítě (webového prohlížeče) na dálku ovládají daný experiment a měří skutečná relevantní data. Výhodou vzdálené laboratoře je, že žáci provádí experimenty z jakéhokoliv místa a v různém čase. Proto je možné zařadit laboratorní cvičení i do průběhu distanční výuky. Další výhodou je, že veškeré experimenty jsou ihned připraveny, čímž odpadá zdlouhavé sestavování aparatur. Také se žáci mohou seznámit s pokusy, které by ve škole z bezpečnostního hlediska nemohli provádět (Dostál, 2013b).

2.4.7 Témata praktické výuky organické chemie

Na středních odborných školách se chemie rozděluje do několika oblastí – chemie obecná, anorganická, organická a biochemie. Jednotlivé obory jsou vyučovány v různých ročnících. V této části se budu zabývat pouze organickou chemií, jejíž výuka je klasifikována učiteli i žáky jako obtížná. Toto může být dáno tím, že při výuce není propojována mikroskopická, submikroskopická a makroskopická úroveň organické chemie. Další možnou příčinou je, že žáci nemají žádné nebo velice nízké předchozí znalosti chemie, a proto se nedokáží pohybovat mezi těmito úrovněmi (O'Dwyer & Childs, 2017). Z hlediska motivace a změny postoje žáků k organické chemii je potřeba, aby byli žáci seznámeni hned na začátku výuky s její důležitostí a propojeností s reálným životem, protože právě její produkty jsou všude kolem nás (Stuckey et al., 2013).

Při výuce organické chemie jsou hlavními tématy obecná organická chemie (složení, vazba, struktura, klasifikace, vlastnosti sloučenin), uhlovodíky (alkany, alkeny, alkyny, areny) a deriváty uhlovodíků (halogenderiváty, dusíkaté a kyslíkaté deriváty, karboxylové kyseliny a její funkční a substituční deriváty) (Pachmann, 1986). K výuce jednotlivých témat je důležité zařazovat pokusy. Prostřednictvím nich mohou žáci získávat nové poznatky nebo si již získané znalosti ověřovat (Pauková et al., 1971). K tématu obecné organické chemie je možné zařazovat

pokusy, při kterých žáci dokazují přítomnost prvků v organických sloučeninách (uhlík, vodík, dusík) nebo pracují s modely molekul (Pachmann et al., 1968). K tématu uhlovodíků je možné zařadit pokusy, při kterých žáci připravují látky z jednotlivých skupin (methan, ethen ethyn, benzen) či ověřují jejich vlastnosti (hoření methanu) (Čtrnáctová & Halbych, 1997; Pachmann et al., 1968). K tématu derivátů uhlovodíků lze také zařadit pokusy, které slouží k přípravě jednotlivých látek (chloroform, acetaldehyd) nebo reakce jako např. chlorace benzenu, oxidace alkoholů, alkoholové kvašení nebo důkazové reakce jednotlivých látek (Čtrnáctová & Halbych, 1997; Pachmann et al., 1968; Pauková et al., 1971).

2.4.8 Výstupy z laboratorního cvičení

Součástí laboratorního cvičení je sepsání laboratorního protokolu, ve kterém je uvedená vlastní experimentální činnost. Každou práci studenti zaznamenávají zvláště na jednotlivých listech papíru formátu A4. Protokol by měl být zpracován tak, aby po přečtení byl čtenář srozuměn s prací a dokázal ji pomocí něho provést. Žáci ho vypracovávají samostatně dle dané struktury.

- Identifikační údaje

Identifikační údaje jsou v horní části protokolu a jsou zde uvedené údaje o žákovi, který laboratorní práci provedl – jméno žáka, třída, datum provedení pokusu, název laboratorní práce.

- Úkol

V této části protokolu je uvedený úkol, který žáci prováděli a na jehož řešení se zaměřovali.

- Princip metody/teoretický úvod

Teoretický úvod čtenáře seznamuje se základními poznatky, které by k danému tématu měl znát. Pokud žáci při vlastní experimentální činnosti využívají různé chemické operace a metody, je důležité, aby zde uvedli jejich principy, podle kterých fungují.

- Pomůcky a chemikálie

Tato část uvádí seznam pomůcek a chemikálií, které jsou potřeba k provedení daného chemického pokusu.

- Postup

Zde žáci popisují jednotlivé kroky, jež provedli k vyřešení úkolu. Měly by být zde uvedené jednotlivé navážky, koncentrace a množství, které žáci využívali. Postup musí být sepsán tak, aby bylo možné jej podle protokolu opakovat.

- Výpočty, tabulky, nákresy

Výpočty, tabulky a nákresy uvádí žáci, pokud je součástí laboratorní práce výpočet (např. hmotnost navážky, koncentrace použitého roztoku), zaznamenávání měřených dat v průběhu reakce (např. měření pH) nebo sestavování aparatury, kterou je důležité zakreslit.

- Závěr

V této části žáci shrnou celou experimentální práci, uvedou výsledky a závěry, které lze z daného pozorování odvodit.

V současné době je kladen důraz na využívání inovativních metod při praktické činnosti. Proto se také setkáváme i s novými možnostmi zaznamenávání provedené práce. Pokud je laboratorní cvičení vedeno metodou badatelsky orientované výuky, žáci v průběhu těchto praktik tvoří badatelský deník. Je-li laboratorní cvičení součástí projektového vyučování, bývá jeho záznam o provedení zpracován formou videa nebo posteru.

2.5 Školní chemické laboratoře

Pro přírodovědné předměty se ve škole zřizují speciální učebny, které mají sloužit především pro experimentální výuku. Na některých školách probíhá laboratorní cvičení přímo v zařízené chemické laboratoři, která má menší prostory, a výuka v ní probíhá ve skupinách. Některé školy mají pouze odbornou učebnu, jež je připravena pro teoretickou i pro praktickou činnost žáků (Pachmann, 1975).

2.5.1 Vybavení školních chemických laboratoří

V každé chemické laboratoři tvoří základ pracovní laboratorní stoly s umyvadlem, elektrickými zásuvkami a přípojkou na plyn. Jsou zde také digestoře, základní přístroje (sušárna), nábytek pro uložení chemikálií a laboratorních pomůcek. Pro zajištění bezpečnosti je součástí hasicí přístroj a lékárníčka. Základní materiální vybavení laboratoří tvoří chemikálie, laboratorní sklo, porcelán a jiné pomůcky (Čtrnáctová & Halbych, 1997). Přehled základního chemického nádobí je součástí **přílohy 1**.

Skleněné a porcelánové laboratorní pomůcky

Většina laboratorního nádobí je zhotovena ze skla, a to proto, že má pro práci v laboratoři výhodné vlastnosti. Laboratorní sklo je průhledné, což umožňuje pozorování průběhu reakce. K většině látek je inertní neboli nereaktivní a lze s ním pracovat při vysokých teplotách. Laboratorní sklo má ale také spoustu nevýhod. Je křehké a při práci se jeho optické a mechanické vlastnosti zhoršují (Příhoda et al., 2012). Skleněné pomůcky lze rozdělit na

tenkostěnné neboli varné (zkumavky, kádinky, baňky), tlustostěnné či technické (odsávací baňky, krystalizační misky, promývačky, vany) a odměrné (pipety, byrety, odměrné válce a baňky). V laboratoři se také často využívá těžkotavitelné sklo, ze kterého se vyrábějí zkumavky nebo trubice. Některé skleněné pomůcky jsou opatřené zábrusem (např. baňky), ty je potřeba ošetřovat vazelínou (Pachmann, 1975). Porcelánové pomůcky jsou zhotoveny ze směsi kaolinu, oxidu křemičitého a živce. Oproti sklu je jejich výhodou, že jsou tepelně i mechanicky odolnější (Příhoda et al., 2012). Z porcelánu jsou nejčastěji vyráběné třecí a odpařovací misky, kelímky nebo navažovací lodičky (Pachmann, 1975).

Ostatní pomůcky

Další pomůcky, které jsou důležitou součástí chemických laboratoří, jsou zhotovené z kovu, pryže, plastu nebo papíru. Ke kovovým pomůckám řadíme laboratorní stojany, držáky, svorky, trojnožky nebo plynové kahany. Tyto pomůcky jsou především železné, ale mohou také být z hliníku nebo různých slitin. Z pryže jsou nejčastěji zhotoveny zátky a hadice. V současné době jsou mnohé z těchto materiálů nahrazovány plastem. Při výběru plastových pomůcek je důležité kontrolovat jejich kvalitu z hlediska chemického, mechanického a tepelného. Běžnými plasty, z nichž se laboratorní pomůcky vyrábí, jsou polyetylen, polypropylen, teflon nebo polymethylpenten a další. Plastové pomůcky, se kterými se lze setkat v chemické laboratoři, jsou zkumavky, násypky, lžičky a nástavce. K papírovým pomůckám patří filtrační papír nebo indikátorové papírky (Pachmann, 1975; Příhoda et al., 2012).

Chemikálie

Chemikálie patří do skupiny spotřebního materiálu. Je nutné je v průběhu školního roku průběžně doplňovat a vyčerpané zásoby se jednou za rok musí odepisovat (Pauková et al., 1971). Chemikálie je možné rozdělit do 5 kategorií – ukázkové chemikálie, spotřební a zásobní chemikálie, roztoky, jedy, hořlaviny (Pachmann, 1975). Skladování chemikálií podléhá různým předpisům a normám, o nichž se zmiňuji v kapitole 2.8.2 – skladování chemikálií.

- Ukázkové chemikálie

Do této kategorie spadají látky chemicky čisté, které mají charakteristický vzhled. Uchovávají se ve stejných reagenčních lahvích nebo prachovnicích. Označují se pomocí štítku, který obsahuje vzorec dané látky, popř. značku a chemický název (Pachmann, 1975).

- Spotřební a zásobní chemikálie

Spotřební chemikálie jsou látky, které žáci využívají při provádění pokusů. Zásobní chemikálie jsou také spotřební chemikálie, ale jsou to látky, jež jsou navíc. Tyto látky se třídí podle svého původu – anorganické, organické. Anorganické látky se rozdělují podle toho, zda se jedná o prvky, oxidy, kyseliny atd. Organické látky jsou řazeny dle funkční skupiny na alkoholy,

halogenderiváty, karboxylové kyseliny atd. Tyto látky jsou uloženy v prachovnicích nebo reagenčních lahvích v závislosti na skupenství. Chemikálie citlivé na světlo musí být uchovávány v lahvích z hnědého skla (Pachmann, 1975).

- Roztoky

Roztoky jsou látky, které se využívají při praktických laboratorních cvičeních. Často se uchovávají v reagenčních nebo zásobních lahvích, které jsou opatřené leptanými nebo papírovými štítky přelepenými izolepou (Pachmann, 1975).

- Jedy

Jedovaté látky jsou uchovávány v neskleněné uzamčené skříni. Učitel musí vést pečlivou evidenci o těchto látkách a každý odběr je nutno zapsat (Pauková et al., 1971).

- Hořlaviny

Hořlavé látky se uchovávají v kovových skříních dál od topení, slunečního záření a elektrického vedení. Látky, u kterých by po smíchání vznikl požár, nesmí být uskladněné vedle sebe. Sodík a draslík musí být v zabroušených prachovnicích. Uchovávají se pod petrolejem, aby nedošlo k samovznícení (Pauková et al., 1971).

2.5.2 Bezpečnost práce ve školní chemické laboratoři

Při provádění školních chemických pokusů musí učitel dbát především na bezpečnost a ochranu zdraví. Nebezpečí, které žákům hrozí, vychází z práce s chemikáliemi, se sklem nebo ohněm. Každý učitel chemie by měl znát základní předpisy, normy a směrnice, které mu ukládají povinnost vést žáky k uvědomělé činnosti a ke správným pracovním návykům. Základní norma, jež stanovuje zásady pro bezpečnou práci v chemické laboratoři, je ČSN 01 8003 (Čtrnáctová & Halbych, 1997). Tato norma vymezuje požadavky na vybavení a práci v laboratoři, definuje pravidla pro práci s nebezpečnými látkami, jejich skladování a likvidaci (Holzhauser & Matuška, 2019a). Dále § 102 odst. 1 a 2 v zákoníku práce ukládá povinnost učiteli vytvářet bezpečné a zdravé neohrožující prostředí a pracovní podmínky, které vedou k předcházení rizik (Skřehot et al., 2019). Zásady bezpečnosti práce ve školní chemické laboratoři jsou také uvedené v laboratorním řádu, s nímž jsou žáci seznámeni v úvodní hodině. Laboratorní řád je v chemické laboratoři vyvěšen na dobře viditelném místě a měl by být volně dostupný. Veškeré informace o chemických látkách jsou uvedené v bezpečnostním listu, který je s danou látkou v laboratoři. Součástí tohoto dokumentu jsou také informace o uskladnění, zacházení a likvidaci dané látky či směsi. Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích uvádí zásady pro klasifikaci nebezpečných chemických látek a směsí. Nebezpečné látky a směsi jsou děleny na výbušné, oxidující, hořlavé, toxické, žíravé, dráždivé, karcinogenní, nebezpečné pro

životní prostředí atd. Obal těchto nebezpečných látek musí být uzpůsoben tak, aby nemohlo dojít k jejich úniku. Na každém obalu musí být chemický název látky, název firmy nebo osoby, která je zodpovědná za uvedení dané látky na trh, výstražné symboly, H věty (R věty) označující specifickou rizikovitost, P věty (S věty) uvádějící pokyny pro bezpečné zacházení (Nováková & Pruček, 2013). Žáci na středních odborných školách mohou pracovat s chemikáliemi v rámci teoretické i praktické výuky. Nakládání s nebezpečnými látkami vychází ze školského zákona a je u žáků na střední odborné škole při praktické výuce povoleno. Dle třídy či kategorie daných chemikálií je požadován nad žákem dozor nebo přímý dohled odpovědné osoby (Holzhauser & Matuška, 2019b). Přehled platné legislativy je uveden v **tabulce 3**.

Tabulka 3 Přehled legislativy platné v ČR (Holzhauser & Matuška, 2019a)

Evropské právo	nařízení (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci a označování látek a směsí (CLP)
	nařízení (ES) č. 1907/2006 (REACH)
	směrnice Rady 94/33/ES o ochraně mladistvých pracovníků
České zákony	zákon č. 561/2004 Sb., školský zákon
	zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví
	zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce
	zákon č. 350/2011 Sb., chemický zákon
	zákon č. 309/2006 Sb., zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci
Nařízení vlády	zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech
	nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
Vyhlášky	nařízení vlády č. 86/2011 Sb., o technických požadavcích na hračky
	vyhláška č. 13/2005 Sb., o středním vzdělávání a vzdělávání v konzervatoři
	vyhláška č. 48/2005 Sb., o základním vzdělávání (...)
	vyhláška č. 55/2005 Sb., o podmínkách organizace a financování soutěží a přehlídek v zájmovém vzdělávání
	vyhláška č. 180/2015 Sb., o zakázaných pracích a pracovištích
Normy	vyhláška č. 61/2018 Sb., o seznamu nebezpečných chemických látek (...)
	ČSN EN 71-4 Bezpečnost hraček – Část 4: Soupravy pro chemické pokusy a podobné činnosti
	ČSN EN 71-5 Bezpečnost hraček – Část 5: Chemické hračky (soupravy) jiné než soupravy pro pokusy
	ČSN 01 8003 Zásady pro bezpečnou práci v chemických laboratořích

H věty (R věty)

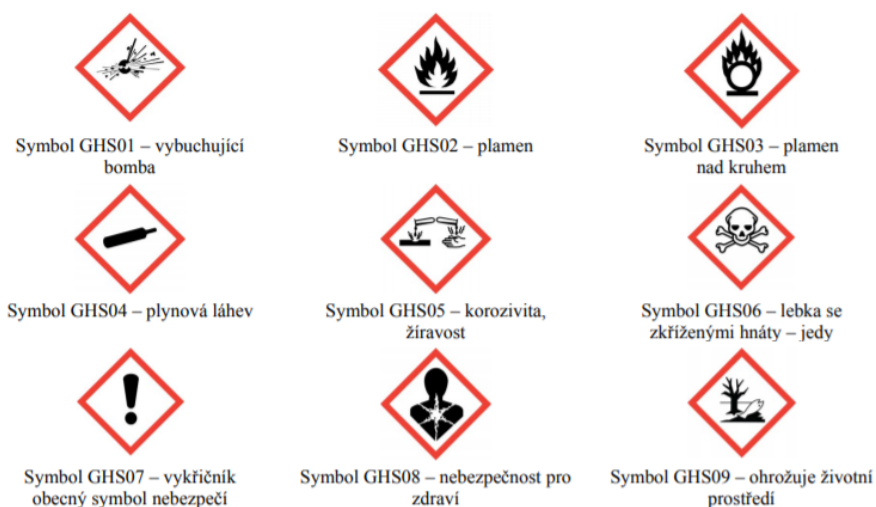
Standardní věty označující specifickou rizikovost byly v minulosti označovány jako R věty (z anglického slova „risk“). Tyto věty byly řazeny do dvou kategorií – jednoduché a složené. Jednoduché R věty označovaly jeden druh rizika spojený s jednou látkou či směsí. Složené obsahovaly několik rizik spojené do jedné věty. V současné době jsou tyto věty označovány jako H věty (z anglického slova „hazard“), které jsou využívány celosvětově, a EUH věty, jež jsou využívány v Evropské unii. Struktura H a EUH vět je dána rizikem dané látky. Každá věta má stejnou strukturu – písmeno (H, EUH) a tři čísla (typ rizika a specifikace věty pro typ rizika) (Horák, 2013).

P věty (S věty)

Standardní pokyny pro bezpečné zacházení byly v minulosti označovány jako S věty (z anglického slova „safety“). Tyto věty byly řazeny do dvou kategorií – jednoduché a složené. Jednoduché S věty označovaly jeden druh opatření pro zacházení s danou látkou nebo směsí. Složené S věty obsahovaly více bezpečnostních opatření, které byly spojené do jedné věty. V současné době jsou tyto věty označovány jako P věty (z anglického slova „precaution“). Struktura P vět je dána písmenem (P) a třemi číslicemi. První číslo označuje oblast, do níž bezpečnostní opatření spadá (Horák, 2013).

Výstražné symboly

Látky a směsi jsou dle jejich klasifikace označovány pomocí tzv. piktogramů, což jsou názorné obrázky, charakterizující nebezpečí, které může hrozit při práci s danou látkou či směsí. Dříve byly piktogramy oranžové s černým symbolem. V současné době jsou tvořené černým symbolem s červeným rámem a bílým pozadím (Novák & Ventura, 2011). Přehled výstražných symbolů je uveden na **obrázku 3**.



Obrázek 3 Výstražné symboly – piktogramy (Novák & Ventura, 2011).

Skladování chemikálií

Informace o skladování chemikálií a práci s nimi předkládá základní norma ČSN 01 8003, kterou je nutné dodržovat. V kompetenci školy je zvolit si, jak budou pomůcky uložené a chemikálie uspořádané, avšak anorganické a organické látky by měly být oddělené. Látky, jež jsou označené jako jedy, by měly být v oddělených uzamčených skříních (Nováková & Pucek, 2013). Jejich skladování a práce s nimi podléhá zákonu č. 192/1988 Sb., č. 182/1990 Sb. a č. 33/1992 Sb. Používání jedů je možné, pokud danou látku nelze nahradit méně nebezpečnou. V tomto případě s ní musí učitel pracovat tak, aby nedošlo k ohrožení žáků, životního prostředí či jeho samotného (Čtrnáctová & Halbych, 1997). Do kategorie jedů patří látky, které jsou vysoce toxické, toxické, mutagenní, karcinogenní (Nováková & Pucek, 2013).

Likvidace chemikálií

Chemikálie, které zůstanou po laboratorním cvičení nevyužité, je nutné zlikvidovat. Kapaliny, jež nejsou jedovaté, je možné ve zředěném stavu vylévat do výlevek. Kapalné látky, které se s vodou nemísí, jsou jedovaté nebo výbušné, se nesmějí vylévat do odpadu. Zbylá organická rozpouštědla a hořlavé látky, které jsou těkavé a nemísitelné s vodou, se skladují v označené nádobě, jež se následně likviduje dle platných předpisů (Nováková & Pucek, 2013).

2.5.3 První pomoc ve školní chemické laboratoři

Žáci jsou v úvodních hodinách laboratorního cvičení seznámeni s laboratorním řádem a bezpečností. Pokud i přes veškerá opatření dojde k úrazu, je nutné, aby postiženému žákovi byla poskytnuta první pomoc. Jestliže se jedná o větší nebo závažnější postižení (zásah očí, požití chemikálií), musí se zajistit odborná lékařská pomoc (Čtrnáctová & Halbych, 1997).

Požítí chemikálií

Při požití toxické látky je nutné vyvolat zvracení a následně podat aktivní uhlí rozpuštěné ve vodě, protože má vysokou absorpční schopnost a váže na sebe toxické látky. Pokud došlo ke ztrátě vědomí, je důležité udržovat postiženého při životě, tzn. zajistit všechny životně důležité funkce až do příjezdu lékařské pomoci. Při požití žíravé látky nesmíme vyvolávat zvracení, protože by došlo k opětovnému poleptání trávicí trubice. Postižený musí neustále pít čistou vodu (Nováková & Pucek, 2013).

Zasažení očí

Při zasažení očí ať už chemikálií nebo sklem je důležitý proplach proudem vody. Postiženého položíme na bok a prsty mu rozevřeme horní a dolní víčko. Do oka vpouštíme mírný proud vody do příjezdu odborné lékařské pomoci (Čtrnáctová & Halbych, 1997).

Zasažení kůže

Při zasažení těla kyselým nebo zásaditým roztokem dochází k tzv. poleptání pokožky. Při polití musíme nejprve postiženého zbavit potřísněného oblečení a poté zasažené místo oplachovat proudem studené vody. Po důkladném omytí je možné využít neutralizační roztoky. Při zasažení kyselinou lze použít 3-6% roztok uhličitanu sodného či hydrogenuhličitanu sodného. Při potřísnění zásadou lze omyté místo ošetřit 2% kyselinou octovou nebo citronovou. Poleptané místo je důležité překrýt sterilním obvazem a zajistit lékařskou pomoc. Při popálení je důležité zasažené místo ihned polévat studenou vodou. Při popáleninách se z postiženého nikdy nestrhává oděv. Po oplachu se popáleniny pouze překryjí sterilním obvazem a zajistí se odborná lékařská pomoc (Čtrnáctová & Halbych, 1997).

Nadýchání škodlivých látek

Při nadýchání jakýchkoliv škodlivých látek musíme postiženého přenést na čerstvý vzduch a uvolnit mu oblečení. Pokud došlo ke ztrátě vědomí, zajistíme všechny důležité životní funkce a zavoláme odbornou lékařskou pomoc (Nováková & Pucek, 2013).

2.6 Bloomova taxonomie

Na začátku 50. let 20. století proběhla klasifikace vzdělávacích cílů do tří domén – kognitivní, afektivní a psychomotorické (Huitt, 2011). V této práci se budu zabývat především kognitivní doménou, která je označovaná jako Bloomova taxonomie kognitivních cílů. Hlavní myšlenka je uspořádat jednotlivé vzdělávací cíle do hierarchického uspořádání od méně po složitější operace. Jednotlivé úrovně jsou sestaveny postupně, proto je nutné zvládnout jednu úroveň, aby bylo možné dosáhnout vyšší úrovně. Původní Bloomova taxonomie obsahovala 6 úrovní (znalost, porozumění, aplikace, analýza, syntéza a hodnocení), kterých mohly dosahovat jednotlivé cíle (Huitt, 2011). Nejnižší úrovní kognitivního učení je znalost, při níž si mají žáci vzpomenout na naučené učivo. Hlavními pojmy spadajícími do této kategorie jsou definovat, vybrat nebo uvést. Druhým stupněm je porozumění, při kterém žáci pochopí význam daného učiva. Cíle obsahují pojmy jako vysvětlit, parafrázovat nebo shrnout. Třetím stupněm je aplikace, při které žáci dané znalosti aplikují do nových situací. Cíle zahrnují pojmy demonstrovat, upravit, připravit nebo vyrobit. Čtvrtý stupeň je analýza, při níž žáci analyzují jednotlivé části a rozpoznávají jednotlivé principy. Hlavními pojmy spadajícími do této kategorie jsou diferenciovat, odvodit, poukázat nebo vybrat. Pátý stupeň neboli syntéza zahrnuje schopnosti řešit problémy. Vhodné pojmy, které obsahují cíle, jsou vytvořit, navrhnout, upravit nebo plánovat. Poslední stupeň je hodnocení, který zahrnuje schopnost zhodnotit a reflektovat jednotlivé návrhy. Tento stupeň je nejvyšší, protože v sobě obsahuje

prvky všech předešlých kategorií. Cíle musí obsahovat pojmy jako hodnotit, srovnat nebo podpořit (Bloom et al., 1984). Tato původní verze Bloomovy taxonomie byla revidována tak, aby odpovídala cílům současného moderního vzdělávání a byla více zaměřena na výsledky učení. Došlo k úpravě názvů jednotlivých úrovní, kdy se z podstatných jmen stala aktivní slovesa. Revidovaná Bloomova taxonomie (RBT) kognitivních cílů má dvě hlavní dimenze – doménu kognitivních procesů a doménu znalostí. V doméně kognitivních procesů došlo k obrácení dvou posledních úrovní. Tzn. že nejvyšším stupněm dané taxonomie se stal proces tvořit. Porovnání původní Bloomovy taxonomie a revidované Bloomovy taxonomie je uvedeno v **tabulce 4**. Původní Bloomova taxonomie neobsahovala znalostní dimenzi, která byla při revizi přidána. Do této domény jsou zahrnuty znalosti faktů, konceptů, postupů a metakognitivní znalosti (Vávra, 2015). Znalost faktů obsahuje základní poznatky, které umožňují se orientovat v daném problému. Tato kategorie zahrnuje znalost terminologie a další konkrétní poznatky. Konceptuální znalost je poznání vzájemných vztahů mezi prvky určité struktury. Do této kategorie spadá klasifikace a kategorizace, znalost zákonitostí či teorií a modelů. Procedurální poznatky obsahují znalost postupů, metod zkoumání či technik. K této části patří znalost specifických postupů spadající do určitého oboru, znalost specifických technik a postupů využívaných v různých oborech nebo znalost kritérií pro výběr vhodného postupu. Poslední a nejvyšší je metakognitivní znalost, jež zahrnuje obecné poznatky o poznávání společně s uvědoměním si vlastních kognitivních operací. Do této kategorie patří znalost strategií učení, řešení problémů, kognitivních úloh včetně kontextu a sebepoznání (Krathwohl, 2002). Přehled úrovní znalostní dimenze je uveden v **tabulce 5**.

Tabulka 4 Změny kognitivních procesů v Bloomově taxonomii (Vávra, 2015)

Originální Bloomova taxonomie kognitivních procesů	Revidovaná Bloomova taxonomie kognitivních procesů
Znalost	Zapamatovat si
Porozumění	Porozumět
Aplikace	Aplikovat
Analýza	Analyzovat
Syntéza	Hodnotit
Hodnotit	Tvořit

Tabulka 5 Přehled úrovní znalostní dimenze (Vávra, 2015)

Dimenze kognitivních znalostí	Definice
Faktické poznatky (terminologie, konkrétní poznatky)	Základní poznatkové prvky pro schopnost orientovat se v oboru, problému
Konceptuální poznatky (klasifikace, zákonitosti, teorie a modely)	Vzájemné vztahy mezi poznatkovými prvky uvnitř větších struktur, které podporují jejich vzájemnou funkčnost
Procedurální poznatky (specifické postupy, specifické metody a technologie, kritéria v příslušném oboru)	Pracovní postupy, metody zkoumání, výběr vhodných činností, algoritmů, technik, metod
Metakognitivní poznatky (obecné strategie učení a řešení problémů, znalosti kognitivních úloh, sebepoznání)	Obecné poznatky o poznávání včetně uvědomování si vlastních kognitivních procesů

3 Metodologie výzkumu

V praktické části diplomové práce se budu zabývat analýzou pokusů, které jsou uvedené v dostupných zdrojích pro výuku chemie na středních odborných školách. Pro analýzu byly vybrány pokusy z organické chemie. Pokusy, jako součást výuky chemie, mohou plnit mnoho funkcí a jejich prostřednictvím můžeme změnit u žáků postoj k chemii. V současné době je také kladen větší důraz na zařazování experimentů do teoreticky pojatých hodin. Očekávané výstupy přírodovědného vzdělávání, uvedené v kurikulárních dokumentech, zahrnují schopnosti a dovednosti, které žáci mohou získat pouze prostřednictvím experimentální činnosti. Proto, aby praktická výuka nebyla kontraproduktivní, je důležité využívat pokusy, jež u žáků budou rozvíjet vědecké myšlení, přírodovědnou gramotnost, nové dovednosti a schopnosti. Zároveň by pokusy ve výuce měly sloužit k osvojování, získávání a ověřování nových znalostí.

3.1 Analyzované zdroje

Nejčastěji využívanými zdroji na středních odborných školách jsou učebnice a internetové zdroje. Analyzovanými učebnicemi byly *Chemie pro střední školy*, kterou napsali Jiří Banýr, Pavel Beneš a kol. a *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření*, jejíž autoři jsou Jaroslav Blažek a Ján Fabini. Analyzovanými internetovými zdroji byla webová stránka *Studium chemie* vytvořená Přírodovědeckou fakultou Univerzity Karlovy a *video databáze* vytvořená Zemědělskou fakultou Jihočeské Univerzity.

Z učebnice *Chemie pro střední školy* bylo analyzováno 23 žákovských pokusů a 10 laboratorních prací. V učebnici *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření* bylo analyzováno 11 žákovských pokusů a 7 laboratorních prací.

Z internetové stránky *Studium chemie* bylo analyzováno 18 uvedených pokusů z organické chemie a z video databáze ZF JU bylo analyzováno 15 dostupných organických pokusů.

3.2 Metody analýzy

Jednotlivé pokusy z daných zdrojů byly hodnoceny dle kritérií, které by pokus měl splňovat, aby zprostředkoval rozvoj vědeckého myšlení, přírodovědné gramotnosti a kognitivních schopností na vyšších úrovních (Čtrnáctová & Halbych, 1997; Dluhoš, 1995; Dostál, 2014; Hofstein & Lunetta, 1982; Trna, 2014). Těmito kritérii byly:

- **Transparentnost** – u pokusu lze logickými kroky a za pomoci vlastních prekonceptů vyvodit závěry.
- **Problémovost** – u pokusu je nastíněn problém, který mají žáci vyřešit.

- **Propojení s praktickým životem (aktuálnost tématu)** – pokus ukazuje na využití v praktickém životě (využitým materiálem, provedenou reakcí) nebo je propojen se situacemi z běžného života.
- **Materiální jednoduchost** – k provedení pokusu jsou potřebné základní pomůcky a chemikálie, které jsou dostupné na většině škol.
- **Časová nenáročnost** – pokus je proveditelný během vyučovací hodiny, popř. laboratorního cvičení.
- **Ekonomická nenáročnost** – k provedení pokusu jsou potřebné pomůcky a chemikálie, které jsou cenově dostupné.
- **Technická nenáročnost** – provedení pokusu je jednoduché a nevyžaduje vyšší manuální dovednosti.

Dále byly pokusy zanalyzovány dle fáze výuky, ve které by mohly být využity. Toto zhodnocení bylo provedeno u všech pokusů na základě jejich potenciálu (Novotný, 2002; Pachmann et al., 1968).

- **Motivační fáze** – pokus obsahuje motivační prvky (propojení s praktickým životem) a lze jej využít pro naladění k danému tématu.
- **Expoziční fáze** – u pokusu je možné vyvození závěrů a žáci prostřednictvím něho získávají nové vědomosti.
- **Fixační fáze** – prostřednictvím pokusu si žáci ověřují již získané poznatky, čímž dochází také k jejich osvojení.
- **Aplikační fáze** – žáci při daném pokusu pracují se svými dosavadními znalostmi, které aplikují pro vyřešení nových situací.

Hlavními analyzovanými prvky u daných pokusů byly úroveň bádání a úroveň dimenzí kognitivních procesů a znalostí, které pokus rozvíjí. Obě tato kritéria poskytují informaci o potenciálu pokusu rozvíjet přírodovědnou gramotnost, jež je charakterizována jako vědecké vysvětlování, navrhování výzkumu a interpretování dat. Míra, kterou se podílí badatelství na rozvoji přírodovědné gramotnosti, závisí na úrovni bádání. Čím více musí žáci pracovat samostatně, pouze s vlastními znalostmi, tím více dochází k rozvoji přírodovědné gramotnosti. Jednotlivé úrovně bádání jsou uvedené v **tabulce 2**, která je součástí **kapitoly 2.4.6 – Badatelsky orientovaná výuka** (Banchi & Bell, 2008; Buck et al., 2008). Úroveň dimenzí kognitivních procesů a znalostí, která je potřebná k provedení nebo vyřešení pokusu, byla hodnocena dle revidované Bloomovy taxonomie, jejíž úrovně jsou součástí **přílohy 2** (Krathwohl, 2002). Samotné provedení pokusu vyžaduje od žáků zapojení procesů a znalostí

na vyšších kognitivních úrovních (aplikovat, procedurální znalost). Pokud žáci při provádění pokusu následují pouze zadaný postup, tak jeho provedení nevede žáky k dalšímu přemýšlení a nezprostředkovává rozvoj přírodovědné gramotnosti. Záleží však vždy na učiteli, jak bude s pokusy dále pracovat, zda je nechá v původní verzi, nebo je upraví např. do vyššího stupně bádání.

4 Výsledky a diskuse

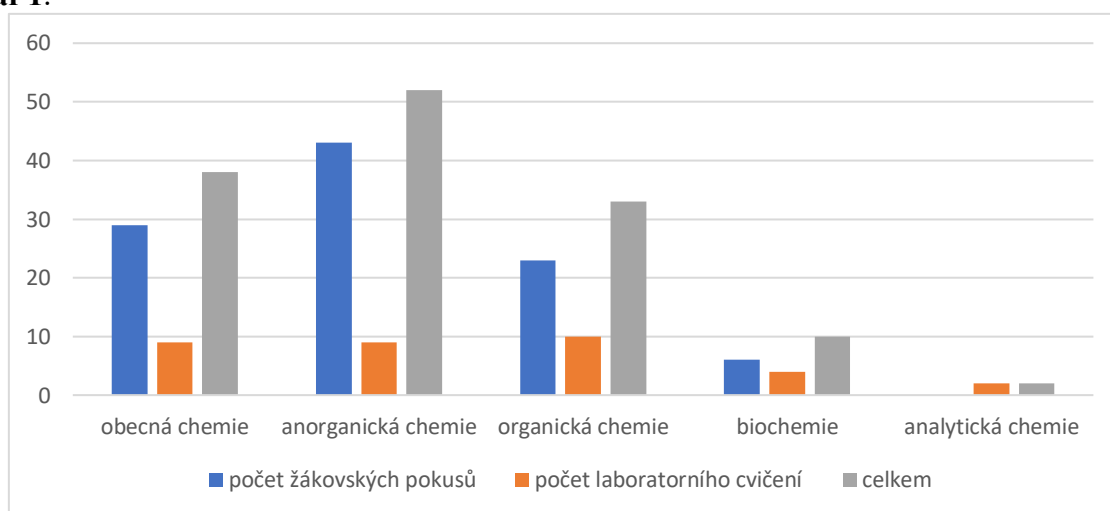
S ohledem na cíle této práce – analýzu dostupných zdrojů pro pokusy v organické chemii pro SOŠ – byl u daných pokusů hodnocen potenciál rozvíjet přírodovědnou gramotnost.

Analyzované pokusy byly uvedené v dostupných zdrojích pro střední odborné školy, jimiž jsou učebnice a internet. Každý pokus byl zhodnocen na základě výše uvedených kritérií, které vypovídají o náročnosti, možnosti samostatné práce žáků nebo využitelnosti v praktickém životě. Jejich součástí bylo zhodnocení úrovně dimenzí kognitivních procesů a znalostí, jež musí žáci využít pro splnění daného úkolu.

Výsledky analýzy byly zapsány do tabulek vytvořených v programu MS Excel, které jsou součástí přílohy. Názvy jednotlivých pokusů vycházely z prováděné činnosti. U každého pokusu je zaznamenáno, zda dané kritérium splňuje (ano) či nikoliv (ne). U fáze výuky je zapsána konkrétní fáze, ve které je možné pokus využít. U některých pokusů je zaznamenáno i více možností v závislosti na jejich potenciálu. U badatelství je zapsána úroveň bádání a u Bloomovy taxonomie je zapsána úroveň dimenzí kognitivních procesů a znalostí, již pokus rozvíjí. Výsledky byly zpracovány do grafů a tabulek pro lepší přehlednost a zmapování závěrů. Jednotlivé zdroje byly z hlediska potenciálu rozvíjení přírodovědné gramotnosti nejprve zhodnoceny zvlášť a následně byly porovnány mezi sebou. U každého zdroje je uvedeno zastoupení pokusů z organické chemie v závislosti na celkovém počtu pokusů. Míra naplnění jednotlivých kritérií je u daných pokusů znázorněna graficky nebo pomocí tabulek a blíže popsána. V závěru každé kapitoly je uvedené shrnutí a možné návrhy úprav pokusů. Pokusy, jež jsou u jednotlivých zdrojů stejné, popř. podobné, jsou porovnány a zhodnoceny mezi sebou. Pro přehlednost jsou výsledky členěny dle jednotlivých analyzovaných zdrojů.

4.1 Chemie pro střední školy

Učebnice *Chemie pro střední školy* (Banýr et al., 1995) disponuje doložkou MŠMT. Teoretická část učebnice se věnuje obecné, anorganické, organické, analytické chemii a biochemii. V každé této části jsou náměty na žákovské pokusy, které je možné provést během vyučovací hodiny. Poslední kapitola této učebnice je věnována laboratorním cvičením. Kniha obsahuje celkem 135 námětů na pokusy, z nich 33 (24,4 %) je zaměřeno na organickou chemii. Je zde uvedeno 23 žákovských pokusů a 10 námětů na laboratorní cvičení. Celkový počet pokusů z organické chemie je mnohem nižší než u obecné nebo anorganické chemie, což potvrzuje **graf 1**.



Graf 1 Počet pokusů v učebnici *Chemie pro střední školy*.

Pro přehlednost byly pokusy rozděleny do dvou skupin – žákovské pokusy a laboratorní cvičení. Jejich hodnocení probíhalo zvlášť.

4.1.1 Žákovské pokusy

Plnění kritérií – transparentnost, praktický život (aktuálnost tématu), řešení problémů

Z uvedených 23 žákovských pokusů byly čtyři pokusy hodnoceny jako transparentní, tři pokusy poukazují na využití v praktickém životě a jeden pokus vyžaduje řešení problému. Z **tabulky 6** je patrné, že 19 (83 %) žákovských pokusů vyžaduje přítomnost učitele, protože u nich není možné logické vyvození závěrů. Pokusy, které byly vyhodnoceny jako transparentní, se především orientují na důkazy vlastností látek. Dále bylo zjištěno, že u 20 (87 %) pokusů není poukazováno na využitelnost v praktickém životě, což je hlavním kritériem pro změnu postoje žáků k předmětu chemie. Propojení se znalostmi z každodenního života bylo zjištěno u pokusů, ve kterých žáci stanovovali přítomnost dusičnanů ve vodě, vůni esterů a čisticí účinek mýdel. U většiny pokusů byl však součástí postupu také závěr, tzn. byly zde uvedené výsledky práce a změny, které žáci mohou v průběhu provádění pozorovat. To snižuje badatelský potenciál

daných pokusů znemožněním příležitosti pro žáky uvažovat nad chemickým problémem a odporuje tak výše uvedeným kritériím pokusu. Výsledky také ukazují, že 22 (96 %) pokusů nevyžaduje, a tím ani nerozvíjí schopnost řešení problému. Toto kritérium splňoval pouze jeden pokus „Vznik azosloučenin“, ve kterém měli žáci měřit přítomnost dusičnanů ve vzorku vody. Jelikož mohou být vzorky rozdílné, není zde uveden závěr a žáci na něj musí přijít sami, tzn. vyřešit problém.

Tabulka 6 Plnění kritérií žákovských pokusů – transparentnost, praktický život, řešení problémů

Název pokusu	Transparentnost	Praktický život	Řešení problému
Důkaz organogenních prvků (C, H)	ne	ne	ne
Důkaz vlastností organických látek	ano	ne	ne
Příprava a hoření methanu	ne	ne	ne
Fotochemická reakce methanu	ne	ne	ne
Příprava a bromace ethynu	ne	ne	ne
Oxidace ethynu	ne	ne	ne
Hoření arenů	ano	ne	ne
Důkaz vlastností arenů	ano	ne	ne
Reakce bromu s benzenem	ne	ne	ne
Vlastnosti anilínu	ne	ne	ne
Bromace anilínu	ne	ne	ne
Vznik azosloučenin při identifikaci dusíku ve vodě	ne	ano	ano
Reakce alkoholu se sodíkem (polarita vazby)	ne	ne	ne
Oxidace primárního alkoholu	ne	ne	ne
Oxidace alkoholů	ne	ne	ne
Reakce fenolů	ne	ne	ne
Redukční vlastnosti aldehydů	ne	ne	ne
Esterifikace karboxylových kyselin	ne	ano	ne
Složení plastů	ne	ne	ne
Tvorba plastů	ne	ne	ne
Rozklad fenoplastů	ne	ne	ne
Důkaz chloru v PVC	ne	ne	ne
Detergenty	ano	ano	ne

Plnění kritérií – materiální jednoduchost, technická, časová a ekonomická nenáročnost

Žákovské pokusy se provádí během jedné vyučovací hodiny, a proto by neměly být náročné časově ani technicky. Tuto skutečnost potvrzují i data uvedená v **tabulce 7**, z nichž lze vyčíst, že 19 z 23 pokusů všechna daná kritéria splňují. V analyzované učebnici jsou zařazené i náročnější pokusy, a to především materiálně a ekonomicky. K těmto pokusům se řadí pokus „Vznik azosloučenin“, při kterém jsou potřebné redukční tabletky, pokus „Oxidace primárního alkoholu“, v němž se důkaz aldehydu provádí za pomoci Shiffova činidla, pokus „Oxidace alkoholů“, ve kterém jsou potřebné různé druhy alkoholu a pokus „Redukční vlastnosti

aldehydů“, k jehož provedení je potřeba Shiffovo činidlo a Fehlingův roztok. U všech uvedených látek není jisté, zda jsou ve skladu chemikálií na všech školách dostupné.

Tabulka 7 Plnění kritérií žákovských pokusů – materiální jednoduchost, technická, časová a ekonomická nenáročnost

Název pokusu	Materiální jednoduchost	Technická nenáročnost	Časová nenáročnost	Ekonomická nenáročnost
Důkaz organogenních prvků (C, H)	ano	ano	ano	ano
Důkaz vlastností organických látek	ano	ano	ano	ano
Příprava a hoření methanu	ano	ano	ano	ano
Fotochemická reakce methanu	ano	ano	ano	ano
Příprava a bromace ethynu	ano	ano	ano	ano
Oxidace ethynu	ano	ano	ano	ano
Hoření arenů	ano	ano	ano	ano
Důkaz vlastností arenů	ano	ano	ano	ano
Reakce bromu s benzenem	ano	ano	ano	ano
Vlastnosti anilínu	ano	ano	ano	ano
Bromace anilínu	ano	ano	ano	ano
Vznik azosloučenin při identifikaci dusíku ve vodě	ne	ano	ano	ano
Reakce alkoholu se sodíkem (polarita vazby)	ano	ano	ano	ano
Oxidace primárního alkoholu	ne	ano	ano	ne
Oxidace alkoholů	ne	ano	ano	ne
Reakce fenolů	ano	ano	ano	ano
Redukční vlastnosti aldehydů	ne	ano	ano	ne
Esterifikace karboxylových kyselin	ano	ano	ano	ano
Složení plastů	ano	ano	ano	ano
Tvorba plastů	ano	ano	ano	ano
Rozklad fenoplastů	ano	ano	ano	ano
Důkaz chloru v PVC	ano	ano	ano	ano
Detergenty	ano	ano	ano	ano

Fáze výuky

Dalším analyzovaným prvkem byla využitelnost pokusů při výuce. Konkrétně byla hodnocena fáze výuky, ve které je možné pokus zařadit do teoretické hodiny. Z důvodu toho, že většina pokusů v této učebnici obsahuje výsledky pozorování a pokus je na konci daného tématu, je pravděpodobné, že jejich využití bude pouze ve fázi fixace, která slouží především k ověřování a osvojování nových znalostí.

V učebnici je zařazen jeden pokus, který by mohl mít uplatnění ve fázi aplikační. Jedná se o pokus „Vznik azosloučenin“, při kterém žáci aplikují své zkušenosti a porovnávají zbarvení indikátorového papírku.

Badatelství

U jednotlivých analyzovaných pokusů bylo badatelství zhodnoceno převážně na úroveň jedna neboli potvrzující bádání. Tato úroveň byla stanovena na základě toho, že postupy pokusů uvedené v dané učebnici obsahují výsledky i závěry. Pouze jeden pokus z 23 byl vyhodnocen na úroveň strukturovaného bádání. Jedná se o pokus „Vznik azosloučenin“, u kterého nejsou výsledky známe, protože není dáno, jaký vzorek vody bude analyzován.

Dimenze kognitivních procesů a znalostí

Z hlediska dimenze kognitivních procesů a znalostí byly téměř všechny pokusy vyhodnoceny stejně, protože jednotlivé postupy obsahují výsledky a nezaměřují se na rozvoj vyšších kognitivních operací. Rozvoj kognitivních procesů byl vyhodnocen u 22 (96 %) pokusů na úroveň aplikace, kdy žáci prostřednictvím pokusu aplikují jednotlivé postupy pro jejich realizaci. Rozvoj kognitivních znalostí byl vyhodnocen u 22 (96 %) pokusů na úroveň procedurálních poznatků, kdy žáci pracují s jednotlivými postupy a metodami. Ze všech analyzovaných žákovských pokusů pouze jeden vedl žáky k vyvozování závěrů. Tím dochází nejen k aplikaci jednotlivých postupů, ale také k rozvoji myšlení. U tohoto pokusu je v tabulce, která je součástí **přílohy 3**, uvedena úroveň porozumět a znalost konceptů, kterou žáci rozvíjejí při jeho vyhodnocení.

Shrnutí

Většina žákovských pokusů (83 %) uvedených v učebnici *Chemie pro střední školy* splňuje základní požadavky pro provedení pokusu během teoretických hodin. Z provedené analýzy vyplývá, že dané pokusy slouží především k ověřování a osvojování nových znalostí a zároveň vedou k rozvoji nových dovedností. Jak uvádí Pachmann (1974), výuka založená na experimentální činnosti by také měla žáky vést k nabytí schopností chemického a kritického myšlení. Tyto schopnosti jsou zprostředkovávány problémovými úlohami, které zde byly zaznamenány pouze u jednoho pokusu. Všechny pokusy mají v postupu uvedené výsledky, čímž jejich potenciál využití ve vyšších úrovních badatelství značně klesá. Badatelsky orientovaná výuka, jak uvádí Zámečnicková (2013), simuluje skutečné vědecké metody a žáci se při ní učí tvořit hypotézy a vyvozovat závěry. Avšak v tomto případě, kdy prostřednictvím pokusu žáci potvrzují nebo ověřují dané výsledky, je tvorba hypotéz a závěrů v pozadí. Také bylo zjištěno, že uvedené pokusy necílí na rozvoj vyšších kognitivních procesů. Žáci zde následují daný postup práce bez nutnosti zapojení vyšších myšlenkových operací. Toto zjištění podporuje studie o neúčelnosti výuky zaměřené na experimentální činnost (Hofstein & Lunetta, 2004; Ibrahim et al., 2014; van den Berg, 2013). Dle Johnstone (1991) slouží provádění těchto pokusů k pouhému pozorování na makroskopické úrovni. Toto vyhodnocení platí, jestliže učitel využije pokusy v uvedené formě bez jakékoliv úpravy.

Možnosti úprav pokusů

Úpravou, která by u pokusů zvyšovala jejich potenciál, by mohla být náhrada potvrzujícího bádání za vyšší úrovně. Například by bylo možné aplikovat strukturované bádání u všech uvedených pokusů. Součástí postupu by nebyly výsledky a žáci by tak mohli samostatně vyvozovat závěry. Tím by pokusy sloužily nejen k ověřování znalostí, ale také by

zprostředkovávaly rozvoj nových dovedností a schopností (Dostál, 2015). Dále by bylo možné využít důkazové reakce vlastností látek v expoziční fázi výuky, kdy by žáci získávali nové poznatky pomocí pokusu. U pokusu hoření methanu by bylo možné propojení se zemním plynem využívaným v domácnostech nebo u oxidace alkoholu by bylo možné propojení s odbouráváním ethanolu v lidském organismu.

4.1.2 Laboratorní cvičení

Plnění kritérií – transparentnost, praktický život (aktuálnost tématu), řešení problémů

V učebnici *Chemie pro střední školy* je uvedeno deset námětů na laboratorní cvičení. Z nich byl pouze jeden hodnocen jako transparentní. Propojení s praktickým životem bylo zaznamenáno u dvou pokusů a řešení problému vyžaduje pět pokusů. Jak lze pozorovat v **tabulce 8**, jako transparentní byl označen pokus „Určení plastů“, kdy žáci identifikují vzorky plastů pomocí jejich vlastností. U tohoto pokusu lze logickými kroky vyhodnotit závěry. Ostatní pokusy (90 %), které toto kritérium nesplňovaly, vyžadovaly např. využití složitějších sloučenin, jejichž princip, na kterém fungují, vyžaduje chemické myšlení („Důkaz organogenních prvků (P)“, „Oxidace ethanolu“). Kritérium řešení problému splňuje pět laboratorních cvičení (50 %). Tato skutečnost je dána tím, že zde nejsou uvedené výsledky a zároveň jsou součástí závěru otázky, které mají žáci za úkol vyřešit. Propojení s praktickým životem bylo zaznamenáno u dvou pokusů (20 %), u nichž žáci identifikovali vůni vzniklé esence a plasty. Pokusy týkající se důkazů prvků v organických sloučeninách nesplňují ani jedno z daných kritérií. Důvodem je, že u těchto pokusů není možné logické vyvození závěrů, a také, že jsou výsledky součástí postupu. Propojení s praktickým životem je u těchto pokusů prostřednictvím látek (cukr, škrob, bílek), které obsahují dané prvky. Jelikož zde není uvedeno, kde lze takový poznatek využít, bylo u těchto pokusů stanoveno, že dané kritérium nesplňují.

Tabulka 8 Plnění kritérií laboratorních cvičení – transparentnost, praktický život, řešení problémů

Název pokusu	Transparentnost	Praktický život	Řešení problému
Modely molekul	ne	ne	ano
Důkaz organogenních prvků (C, H)	ne	ne	ne
Důkaz organogenních prvků (N)	ne	ne	ne
Důkaz organogenních prvků (S)	ne	ne	ne
Důkaz organogenních prvků (P)	ne	ne	ne
Důkaz organogenních prvků (halogeny)	ne	ne	ne
Příprava acetyleny, důkaz vlastností	ne	ne	ano
Oxidace ethanolu	ne	ne	ano
Příprava a hydrolýza ethylesteru kyseliny octové	ne	ano	ano
Určení plastů	ano	ano	ano

Plnění kritérií – materiální jednoduchost, technická, časová, ekonomická nenáročnost

Náročnost pokusů zde byla zohledněna, protože se jedná o laboratorní úlohy. Z hlediska času se předpokládá, že laboratorní cvičení probíhá ve dvou vyučovacích hodinách za sebou. U materiální a ekonomické nenáročnosti se předpokládá, že cvičení probíhají ve vybavené laboratoři. Z technického hlediska se předpokládá, že laboratorní úlohy jsou složitější.

V **tabulce 9** lze pozorovat, že dvě laboratorní úlohy nesplňují materiální a ekonomickou nenáročnost. Důvodem je, že důkazová reakce fosforu vyžaduje k provedení např. molybdenan amonný a benzidin a při oxidaci ethanolu je důležitá přítomnost Shiffova činidla. Tyto látky však nemusí být dostupné ve všech školních laboratořích. Jedna laboratorní úloha byla vyhodnocena jako technicky náročná, protože při ní žáci musí provádět více úkonů, což vyžaduje vyšší manuální dovednosti.

Tabulka 9 Plnění kritérií laboratorních cvičení – materiální jednoduchost, technická, časová a ekonomická nenáročnost.

Název pokusu	Materiální jednoduchost	Technická nenáročnost	Časová nenáročnost	Ekonomická nenáročnost
Modely molekul	ano	ano	ano	ano
Důkaz organogenních prvků (C, H)	ano	ano	ano	ano
Důkaz organogenních prvků (N)	ano	ano	ano	ano
Důkaz organogenních prvků (S)	ano	ano	ano	ano
Důkaz organogenních prvků (P)	ne	ano	ano	ne
Důkaz organogenních prvků (halogeny)	ano	ano	ano	ano
Příprava acetylenu, důkaz vlastností	ano	ano	ano	ano
Oxidace ethanolu	ne	ano	ano	ne
Příprava a hydrolýza ethylesteru kyseliny octové	ano	ne	ano	ano
Určení plastů	ano	ano	ano	ano

Fáze výuky

I přes to, že se jedná o laboratorní cvičení, která nejsou součástí teoretických hodin, byl určen potenciál jejich využití ve výuce. U všech úloh se jedná o fixaci učiva. Důvodem je, že pokusy nejsou transparentní a žáci by prostřednictvím nich samostatně nedošli k novému poznání. Ve všech případech je důležitá přítomnost učitele, který by žáky dovedl k závěrům. Pomocí tohoto typu úloh může docházet k ověřování a osvojování znalosti, popř. získávání nových dovedností.

Badatelství

Z hlediska badatelství zde byly identifikovány i úlohy, u nichž nejsou známé výsledky. Tyto pokusy žákům umožňují vyvozovat závěry samostatně, a proto je možné považovat za náměty strukturovaného bádání.

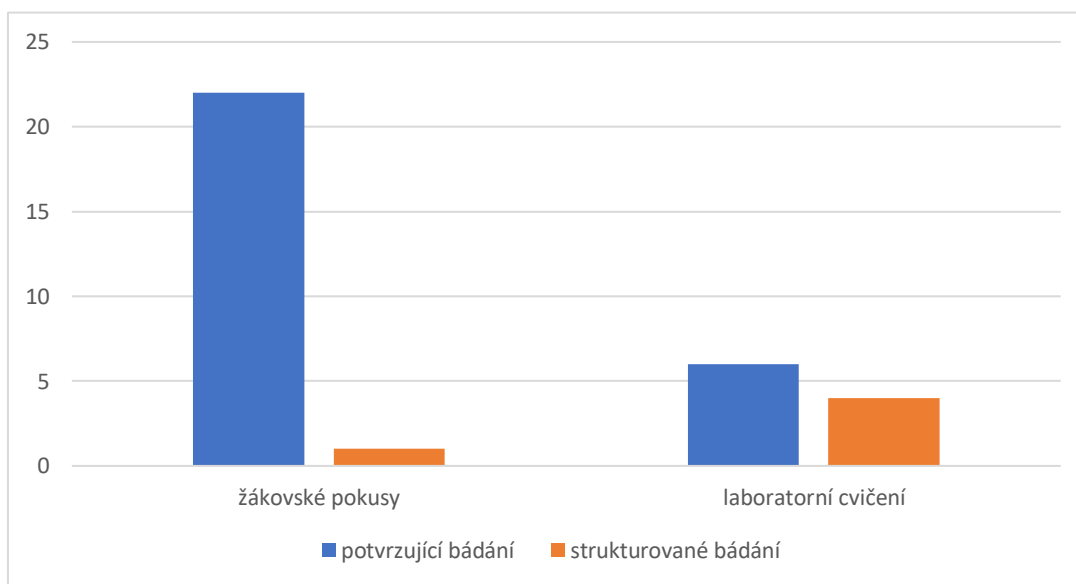
Z **tabulky 10** je patrné, že u šesti (60 %) pokusů lze využít potvrzující bádání a u čtyřech (40 %) pokusů lze využít strukturované bádání. K těmto čtyřem pokusům patří „Modely molekul“, kdy žáci mají za úkol doplnit vzorce a názvy vytvořených modelů. Dále do této kategorie spadají

pokusy „Oxidace ethanolu“, „Příprava a hydrolýza ethylesteru kyseliny octové“ nebo „Určení plastů“. Potvrzující bádání bylo vyhodnoceno u důkazových reakcí organogenních prvků nebo u přípravy acetyleny, kde byly závěry součástí postupů.

Tabulka 10 Přehled úrovní badatelství u laboratorních cvičení.

Název pokusu	Badatelství
Modely molekul	strukturované
Důkaz organogenních prvků (C, H)	potvrzující
Důkaz organogenních prvků (N)	potvrzující
Důkaz organogenních prvků (S)	potvrzující
Důkaz organogenních prvků (P)	potvrzující
Důkaz organogenních prvků (halogeny)	potvrzující
Příprava acetyleny, důkaz vlastností	potvrzující
Oxidace ethanolu	strukturované
Příprava a hydrolýza ethylesteru kyseliny octové	strukturované
Určení plastů	strukturované

V **tabulce 10** je zaznamenán vyšší počet pokusů, u kterých lze využít potvrzující bádání, avšak oproti žákovským pokusům je zde i vyšší počet pokusů, které umožňují žákům samostatné vyhodnocení pozorování. Porovnání žákovských pokusů a laboratorních cvičení z hlediska badatelství je uvedeno v **grafu 2**.



Graf 2 Porovnání žákovských pokusů a laboratorních cvičení z hlediska badatelství.

Dimenze kognitivních procesů a znalostí

Součástí laboratorních úloh jsou závěry, které obsahují žákovské úkoly a otázky. Ty byly zohledněny při hodnocení požadované úrovně kognitivních operací.

U devíti (90 %) pokusů byla vyhodnocena úroveň dimenze kognitivních znalostí na konceptuální poznatky, kdy žáci prostřednictvím pokusu propojují vzájemné vztahy mezi jednotlivými prvky. Například u pokusu „Důkaz organogenních prvků (C, H)“ je důležité

propojení makroskopické (bublínky), submikroskopické (plyn) a symbolické (CO₂) složky. Pouze pokus „Modely molekul“ míří na sestavení modelů a následné zapsání strukturních vzorců a systematických názvů. Žáci tak využívají dané postupy, což z pohledu RBT je možné považovat za procedurální znalost. Dimenze kognitivních procesů, které jsou nutné pro vyřešení úloh, byly vyhodnoceny na úroveň porozumět a aplikovat. K pokusům, jež vyžadovaly úroveň aplikovat, patří například pokus „Modely molekul“, kde mají žáci nejen sestavit modely molekul, ale také zapsat jejich vzorce a názvy, nebo pokus „Příprava acetylenu“, po jehož provedení mají žáci sestavit chemickou rovnici proběhlé reakce a doplnit údaje do tabulky. Pokusy, u nichž byla vyhodnocena dimenze kognitivních procesů na úroveň porozumět, vyžadovaly po žácích vysvětlení nebo popsání průběhu reakce. Jedná se o důkazové reakce organogenních prvků, kdy závěrem těchto pokusů je popsání způsobu důkazu jednotlivých prvků.

Tabulka 11 Úrovně dimenze kognitivních procesů a znalostí u laboratorních cvičeníh..

Znalostní dimenze	Dimenze kognitivního procesu				
	zapamatovat	rozumět	aplikovat	analyzovat	hodnotit
znalost faktů					
konceptuální znalost		7	2		
procedurální znalost			1		
metakognitivní znalost					

Shrnutí

Laboratorní úlohy uvedené v učebnici *Chemie pro střední školy* mají mnohem vyšší potenciál rozvíjet přírodovědnou gramotnost než pokusy žákovské. Řešení problému, které se podílí na rozvoji kritického myšlení (Honzíková & Novotný, 2006; Zhou et al., 2013) zde bylo zaznamenáno u poloviny pokusů. Přestože u 40 % pokusů bylo vyhodnoceno zaměření na strukturované bádání, kdy žáci vyvozují závěry, byla u všech pokusů stanovena fixační fáze učiva. Tato skutečnost je dána tím, že pokusy nejsou transparentní, a proto není možné jejich využití v expoziční fázi, kdy žáci logickými kroky vyvozují závěry (Trna, 2014). Součástí postupů jsou závěry s otázkami a úlohami, které vyžadují od žáků vyšší kognitivní operace. Tyto úlohy se na rozdíl od žákovských pokusů výrazně podílí na rozvoji kritického myšlení a přírodovědné gramotnosti.

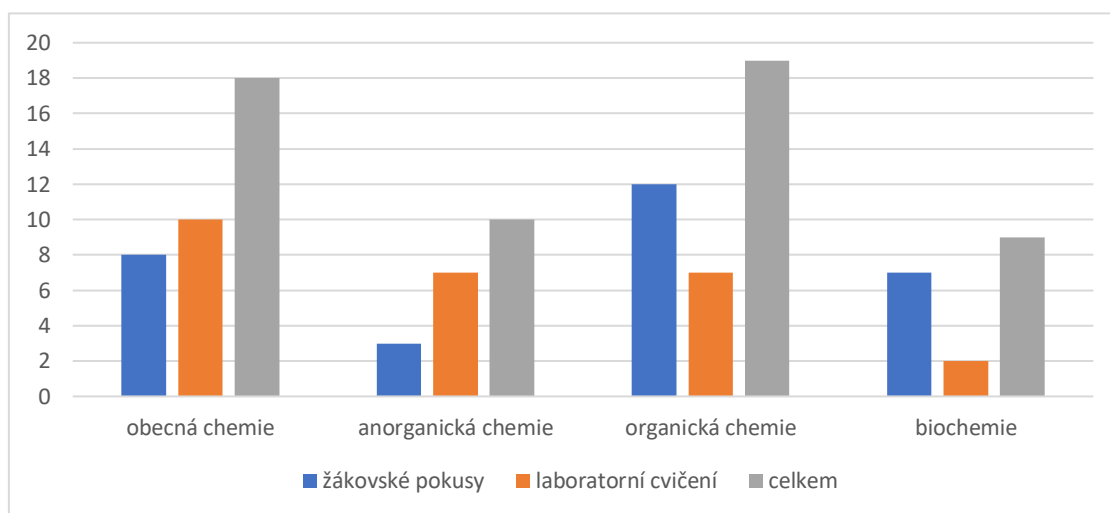
Možné úpravy pokusů

Pro rozvoj vyšších úrovní dimenze kognitivních procesů by bylo možné v závěrech uvádět otázky a úkoly, ve kterých by žáci řešili problémy simulující skutečný život. Například u oxidace ethanolu by bylo možné propojení s odbouráváním methanolu nebo u pokusu s estery by žáci mohli rozlišovat jednotlivé esence v závislosti na jejich chemickém složení. Těmito

úpravami by žáci pracovali s vlastními prekoncepty neboli znalostmi, jež získali během života (Trna, 2014). U pokusu s plasty by mohlo být využité otevřené bádání, kdy učitel pokládá pouze výzkumnou otázku. Tím by došlo ke zvýšení úrovně bádání, při kterém by žáci tvořili hypotézy, prováděli výzkum a stanovovali závěry (Zámečnicková, 2013).

4.2 Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření

Teoretická část učebnice *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření* (Blažek & Fabini, 1999) obsahuje informace z obecné, anorganické, organické chemie a biochemie. V každé části jsou náměty na žákovské pokusy a poslední kapitola je věnována laboratorním cvičením. Učebnice obsahuje 56 pokusů, z nichž 19 (34 %) pokusů je zaměřeno na organickou chemii. Je zde uvedeno 12 žákovských pokusů a 7 námětů na laboratorní cvičení. Počet pokusů z organické chemie je vyšší než u ostatních oborů, což znázorňuje **graf 3**.



Graf 3 Počet pokusů v učebnici *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření*.

Pro přehlednější vyhodnocení byly pokusy rozdělené do dvou skupin – žákovské pokusy a laboratorní cvičení, jejichž analýza probíhala zvlášť.

4.2.1 Žákovské pokusy

Plnění kritérií – transparentnost, praktický život (aktuálnost tématu), řešení problémů

V učebnici je uvedeno 12 žákovských pokusů, z nichž čtyři jsou transparentní (33 %), čtyři poukazují na běžný život (33 %) a 11 pokusů vyžaduje řešení problému (92 %). Jako transparentní pokusy byly označeny ty, které umožňují vyvození závěrů logickými kroky a s vlastními prekoncepty. Do této skupiny byly zařazeny pokusy „Oxidace benzinu“, „Oxidace aldehydu“, „pH kyseliny octové“ a „Vlastnosti silonu“. Na praktický život poukazují pokusy, při kterých žáci hodnotí vlastnosti benzinu, vůni esterů, stanovují pH a pracují se silonem. Téměř všechny pokusy (91 %) nemají v postupu uvedené výsledky a zároveň obsahují otázky,

kteře poukazují na určitý problém, jež je potřeba vyřešit. Pouze jeden pokus, který vyžadoval doplnění informací, toto kritérium nespĺňoval.

Z **tabulky 12** je patrné, že jeden pokus nespĺňuje ani jedno z daných kritérií. Jedná se o pokus „Reakce fenolu“, který je založen na vzniku komplexních sloučenin, při němž žáci samostatně nevyvodí závěry a místo řešení problému je zde hlavním úkolem charakterizovat zbarvení produktu. Tři pokusy (25 %) spĺňují všechna kritéria. Jsou to pokusy „Alkany – oxidace benzinu“, „pH kyseliny octové“ a „Vlastnosti silonu“. Žáci by prostřednictvím těchto pokusů měli vyvozovat závěry a vyřešit problémové otázky a úkoly.

Tabulka 12 Plnění kritérií žákovských pokusů – transparentnost, praktický život, problémovost.

Název pokusu	Transparentnost	Praktický život	Řešení problému
Alkany – oxidace benzinu	ano	ano	ano
Příprava a bromace ethenu	ne	ne	ano
Příprava a bromace ethynu	ne	ne	ano
Sublimace naftalenu	ne	ne	ano
Příprava a bromace ethenu z alkoholu	ne	ne	ano
Reakce fenolu s chloridem železitým	ne	ne	ne
Oxidace aldehydů	ano	ne	ano
Důkaz aldehydu Fehlingovým činidlem	ne	ne	ano
pH kyseliny octové	ano	ano	ano
Rozklad kyseliny mravenčí	ne	ne	ano
Esterifikace karboxylových kyselin	ne	ano	ano
Vlastnosti silonu	ano	ano	ano

Plnění kritérií – materiální jednoduchost, technická, časová a ekonomická nenáročnost

Jako u předešlého zdroje (*Chemie pro střední školy*) i zde by měly být žákovské pokusy proveditelné během jedné vyučovací hodiny a neměly by být technicky náročné. Téměř všechny (83 %) uvedené pokusy daná kritéria spĺňovaly, pouze dva z nich byly vyhodnoceny jako materiálně a ekonomicky náročné. Jedná se o pokusy „Příprava ethenu“, u kterého je potřeba frakční baňka a „Důkaz aldehydu“, k jehož provedení je potřeba Fehlingův roztok, který nemusí být součástí základního vybavení školních laboratoři. Ostatní pokusy vyžadují k provedení běžně dostupné pomůcky a chemikálie. Plnění kritérií jednotlivých pokusů je uvedeno v **tabulce 13**.

Tabulka 13 Plnění kritérií žákovských pokusů – materiální jednoduchost, technická, časová a ekonomická nenáročnost.

Název pokusu	Materiální jednoduchost	Technická nenáročnost	Časová nenáročnost	Ekonomická nenáročnost
Alkany – oxidace benzínu	ano	ano	ano	ano
Příprava a bromace ethenu	ne	ano	ano	ne
Příprava a bromace ethynu	ano	ano	ano	ano
Sublimace naftalenu	ano	ano	ano	ano
Příprava a bromace ethenu z alkoholu	ano	ano	ano	ano
Reakce fenolu s chloridem železitým	ano	ano	ano	ano
Oxidace aldehydů	ano	ano	ano	ano
Důkaz aldehydu Fehlingovým činidlem	ne	ano	ano	ne
pH kyseliny octové	ano	ano	ano	ano
Rozklad kyseliny mravenčí	ano	ano	ano	ano
Esterifikace karboxylových kyselin	ano	ano	ano	ano
Vlastnosti silonu	ano	ano	ano	ano

Fáze výuky

U každého pokusu byla stanovena fáze výuky, v níž lze pokusy využít. U některých pokusů je uvedeno více fází z hlediska jejich potenciálu. Z analýzy vyplývá, že i v této učebnici převládají pokusy (83 %), které lze využít ve fixační fázi, ale objevují se zde i pokusy, které mají potenciál využití ve fázi expoziční (33 %) či aplikační (8 %). Využitelnost pokusů z hlediska fáze výuky je zaznamenána v **tabulce 14**.

Pokusy, jež mají potenciál využití v expoziční fázi výuky jsou „Sublimace naftalenu“, „Příprava a bromace ethenu z alkoholu“, „Oxidace aldehydů“ a „pH kyseliny octové“. U těchto pokusů nejsou známy výsledky a žáci by prostřednictvím pokusu mohli vyvozovat závěry, čímž by získávali nové znalosti. U jednoho pokusu bylo vyhodnoceno, že jej lze využít ve fázi aplikační. Jedná se o pokus „Oxidace benzínu“, při kterém musí žáci aplikovat své znalosti pro vyřešení problému. Ostatní pokusy mají potenciál využití ve fázi fixace, kdy si žáci prostřednictvím pokusu mohou ověřovat nebo osvojovat své znalosti.

Tabulka 14 Využitelnost pokusů z hlediska fáze výuky.

Název pokusu	Fáze výuky
Alkany – oxidace benzinu	aplikace
Příprava a bromace ethenu	fixace
Příprava a bromace ethynu	fixace
Sublimace naftalenu	fixace, expozice
Příprava a bromace ethenu z alkoholu	expozice
Reakce fenolu s chloridem železitým	fixace
Oxidace aldehydů	fixace, expozice
Důkaz aldehydu Fehlingovým činidlem	fixace
pH kyseliny octové	fixace, expozice
Rozklad kyseliny mravenčí	fixace
Esterifikace karboxylových kyselin	fixace
Vlastnosti silonu	fixace

Badatelství

Z hlediska badatelství bylo vyhodnoceno, že většina pokusů (67 %) je na úrovni strukturovaného bádání. Pokusy neobsahují výsledky, a tak umožňují žákům vyvozovat závěry. Pouze u čtyřech pokusů (33 %) bylo stanoveno potvrzující bádání. Jedná se o pokusy „Alkany – oxidace benzinu“, „Příprava a bromace ethynu“, „Reakce fenolu s chloridem železitým“ a „Důkaz aldehydu Fehlingovým činidlem“. U těchto pokusů jsou součástí postupů výsledky, které žáci pouze potvrzují a ověřují. Přehled úrovně badatelství u jednotlivých pokusů je uveden v **tabulce 15**.

Tabulka 15 Přehled úrovně badatelství u žákovských pokusů.

Název pokusu	Badatelství
Alkany – oxidace benzinu	potvrzující
Příprava a bromace ethenu	strukturované
Příprava a bromace ethynu	potvrzující
Sublimace naftalenu	strukturované
Příprava a bromace ethenu z alkoholu	strukturované
Reakce fenolu s chloridem železitým	potvrzující
Oxidace aldehydů	strukturované
Důkaz aldehydu Fehlingovým činidlem	potvrzující
pH kyseliny octové	strukturované
Rozklad kyseliny mravenčí	strukturované
Esterifikace karboxylových kyselin	strukturované
Vlastnosti silonu	strukturované

Dimenze kognitivních procesů a znalostí

Analýzou bylo zjištěno, že prostřednictvím těchto pokusů dochází k rozvoji vědeckého a kritického myšlení. Tato skutečnost je dána tím, že na konci každého pokusu je otázka, popř. úkol, který mají žáci vyřešit. Při hodnocení úrovně kognitivních procesů a znalostí dle revidované Bloomovy taxonomie byl brán zřetel především na dané otázky a úkoly, které u

žáků rozvíjí vyšší myšlenkové operace. Úrovně kognitivních procesů a znalostí jsou u těchto úloh různorodé. Jejich přehled je uveden v **tabulce 16**.

Dle analýzy se v učebnici vyskytují dva pokusy (17 %), vyžadující kognitivní procesy na úrovni zapamatovat si, při které dochází k vyvolání získaných poznatků z paměti. Takto byly vyhodnoceny pokusy „Reakce fenolu s chloridem železitým“, u něhož mají žáci za úkol charakterizovat zbarvení produktu a pokus „Důkaz aldehydu Fehlingovým činidlem“, který vyžaduje vyvolání pojmů z paměti. U pěti pokusů (42 %) byla stanovena dimenze kognitivních procesů na úroveň aplikovat. K těmto pokusům se řadí např. pokusy „Příprava a bromace ethenu“ nebo „Příprava a bromace ethynu“, které vyžadují zápis proběhlé reakce do chemické rovnice.

Z hlediska dimenze kognitivních znalostí bylo téměř u všech pokusů (83 %) vyhodnoceno, že jejich řešení rozvíjí konceptuální znalost. K těmto pokusům se řadí např. „Alkany – oxidace benzinu“ nebo „Sublimace naftalenu“, jež vyžadují propojení znalostí do souvislostí. Pouze u dvou pokusů „Reakce fenolu s chloridem železitým“ a „Důkaz aldehydu Fehlingovým činidlem“ byla stanovena úroveň kognitivních znalostí na znalost faktů. U reakce fenolu mají žáci charakterizovat zbarvení vzniklého produktu a u důkazové reakce aldehydu mají žáci doplňovat pojmy do nedokončených vět.

Tabulka 16 Úrovně dimenze kognitivních procesů a znalostí u žákovských pokusů

Znalostní dimenze	Dimenze kognitivního procesu				
	zapamatovat	rozumět	aplikovat	analyzovat	hodnotit
znalost faktů	2				
konceptuální znalost		5	5		
procedurální znalost					
metakognitivní znalost					

Shrnutí

V analyzované učebnici je potenciál pokusů rozvíjet přírodovědnou gramotnost vyšší než u předchozího zdroje (Banýr et al., 1995). Toto hodnocení potvrzuje zjištění, že téměř všechny pokusy (83 %) splňují základní požadavky nenáročnosti žákovského pokusu, které uvádí Čtrnáctová and Halbych (1997). Některé z těchto pokusů (33 %) splňují kritérium transparentnosti. Procentuální zastoupení daných pokusů v závislosti na celkovém počtu není vysoký. Avšak oproti předchozímu zdroji (Banýr et al., 1995) je vyšší. Žáci u těchto pokusů mohou logickými kroky a s vlastními prekoncepty vyvozovat závěry. Tyto pokusy mají tak potenciál využití ve fázích expozice nebo aplikace, které jsou, jak uvádí Pachmann and Hofmann (1981), žádoucí. Analyzované pokusy vyžadují zapojení vyšších úrovní dimenzí kognitivních procesů a znalostí, které zprostředkovávají otázky a úkoly, jež jsou součástí

postupů. Tím se zvyšuje jejich potenciál rozvíjet vědecké a kritické myšlení a přírodovědnou gramotnost. Žáci prostřednictvím takových pokusů získávají nové schopnosti a dovednosti.

Možné úpravy pokusů

I přes to, že mají dané pokusy vyšší potenciál rozvoje PŘG, byla by možná jejich úprava ve smyslu zařazení do vyšších úrovní bádání, které jsou dle Buck et al. (2008) žádoucí. Například pokus „pH kyseliny octové“ by mohl být veden jako otevřené bádání, kdy učitel zadá výzkumnou otázku a zbytek práce provádí žáci. Také by u některých pokusů mohla být témata propojená se situacemi z praktického života (kyselina octová, estery). Úprava pokusů v závislosti na transparentnosti je náročná, protože dané pokusy zahrnují funkčně i strukturně složité organické sloučeniny, pro jejichž pochopení je potřebné chemické myšlení.

4.2.2 Laboratorní cvičení

Plnění kritérií – transparentnost, praktický život (aktuálnost tématu), řešení problémů

V analyzované učebnici je sedm námětů na laboratorní cvičení z organické chemie. Z nich pouze jeden pokus splňuje kritérium transparentnosti. Dva pokusy poukazují na využití v praktickém životě a všechny pokusy vyžadují řešení problému. Přehled plnění kritérií u laboratorních úloh je zaznamenán v **tabulce 17**.

Pokus „Důkaz organogenních prvků (C)“ byl vyhodnocen jako transparentní, protože žáci prostřednictvím tohoto pokusu mohou závěry odvodit logickými kroky. Ostatní pokusy (86 %) byly vyhodnoceny jako netransparentní, protože pro vyvození závěrů jsou požadované vyšší myšlenkové operace. Na propojení s reálným životem poukazují pokusy „Zkoumání vlastností karboxylových kyselin“ a „Příprava esterů, důkaz vlastností“. U těchto pokusů je poukazováno na využití esterů jako esencí v potravinářství. Všechny uvedené pokusy obsahují otázky nebo úkoly, které je potřeba vyřešit. Z tohoto hlediska se výrazně podílí na rozvoji kritického myšlení.

Tabulka 17 Plnění kritérií laboratorních cvičení – transparentnost, praktický život, řešení problému.

Název pokusu	Transparentnost	Praktický život	Řešení problému
Důkaz organogenních prvků (C)	ano	ne	ano
Důkaz organogenních prvků (C, H)	ne	ne	ano
Důkaz organogenních prvků (N)	ne	ne	ano
Příprava ethylenu, důkaz vlastností	ne	ne	ano
Příprava acetyleny, důkaz vlastností	ne	ne	ano
Zkoumání vlastností karboxylových kyselin	ne	ano	ano
Příprava esterů, důkaz vlastností	ne	ano	ano

Plnění kritérií – materiální jednoduchost, technická, časová a ekonomická nenáročnost

Stejně jako u předchozího zdroje (Banýr et al., 1995) jsou dané pokusy označené jako laboratorní cvičení, proto jsou z časového hlediska delší a z technického hlediska náročnější než žákovské pokusy.

Z **tabulky 18** je patrné, že čtyři pokusy (57 %) ze sedmi splňují kritéria nenáročnosti. Tyto pokusy vyžadují přiměřené množství času, základní pomůcky a chemikálie a manuální dovednosti žáků. Pokusy „Příprava ethenu“ a „Vlastnosti karboxylových kyselin“ byly vyhodnoceny jako technicky a časově náročné, protože žáci při těchto úlohách musí provádět mnoho manuálních operací. Pokus „Příprava ethynu“ nesplňuje ani jedno kritérium. Z hlediska materiálního a ekonomického jsou k jeho provedení potřebné pomůcky (frakční baňka, dělicí nálevka), které nemusí být součástí základní výbavy laboratoří. Z hlediska technického a časového je potřebné k jeho provedení zvládnout několik různých operací, např. jímání plynu, zkoušku zbarvení bromové vody, vápenné vody či plamenovou zkoušku.

Tabulka 18 Plnění kritérií laboratorních cvičení – materiální jednoduchost, technická, časová a ekonomická nenáročnost.

Název pokusu	Materiální jednoduchost	Technická nenáročnost	Časová nenáročnost	Ekonomická nenáročnost
Důkaz organogenních prvků (C)	ano	ano	ano	ano
Důkaz organogenních prvků (C, H)	ano	ano	ano	ano
Důkaz organogenních prvků (N)	ano	ano	ano	ano
Příprava ethylenu, důkaz vlastností	ano	ne	ne	ano
Příprava acetyleny, důkaz vlastností	ne	ne	ne	ne
Zkoumání vlastností karboxylových kyselin	ano	ne	ne	ano
Příprava esterů, důkaz vlastností	ano	ano	ano	ano

Fáze výuky

Z hlediska fáze výuky byla u všech pokusů klasifikována fixační fáze. U dvou pokusů je v tabulce, která je součástí **přílohy 6**, uvedena také fáze expoziční. Ta byla stanovena v závislosti na vyšším potenciálu daných pokusů. Jedná se o pokusy „Příprava ethynu“ a „Zkoumání vlastností karboxylových kyselin“, u kterých žáci provádí různé zkoušky pro zjištění daných vlastností. Pokusy by mohly být využity pro ověření teoretických znalostí, ale také by prostřednictvím nich žáci mohly získávat nové informace o jednotlivých vlastnostech látek.

Badatelství

U většiny pokusů (86 %) nejsou známy výsledky, což podporuje jejich využití při vyšší úrovni bádání. U jednoho pokusu „Příprava ethylenu, důkaz jeho vlastností“ bylo stanoveno potvrzující bádání. Jeho součástí jsou názvy látek, které v průběhu reakce vznikají spolu s jejich

výsledným zbarvením. U ostatních pokusů byla stanovena úroveň strukturovaného bádání, při němž žáci mohou vyvozovat závěry.

Dimenze kognitivních procesů a znalostí

Z hlediska rozvoje dimenzí kognitivních procesů a znalostí jsou tyto pokusy různorodé, protože každý z nich cílí na jiné úrovně. Poprvé se zde u čtyřech pokusů (57 %) objevuje úroveň analyzovat, která zvyšuje u pokusů potenciál rozvíjet přírodovědnou gramotnost. Jedná se o pokusy, které v závěru obsahují otázku „Co to dokazuje?“, jež vyžaduje dekonstrukci celého pokusu a následné vyvození závěrů. Úroveň aplikovat vyžaduje jeden pokus (14 %), u něhož je úkolem sestavit chemickou rovnici provedené reakce. Ostatní pokusy (29 %) se zaměřují na rozvoj procesu porozumět. U těchto pokusů je závěrem vysvětlení, popř. popsání děje. Dimenze kognitivních znalostí byla u všech pokusů vyhodnocena na úroveň konceptuální znalosti. Žáci například u pokusu „Příprava acetylenu, důkaz vlastností“ propojují makroskopickou (orosení zkumavky) a submikroskopickou (voda) složku.

Tabulka 19 Úrovně dimenze kognitivních procesů a znalostí u laboratorních cvičeníh.

	Dimenze kognitivního procesu				
Znalostní dimenze	zapamatovat	rozumět	aplikovat	analyzovat	hodnotit
znalost faktů					
konceptuální znalost		2	1	4	
procedurální znalost					
metakognitivní znalost					

Shrnutí

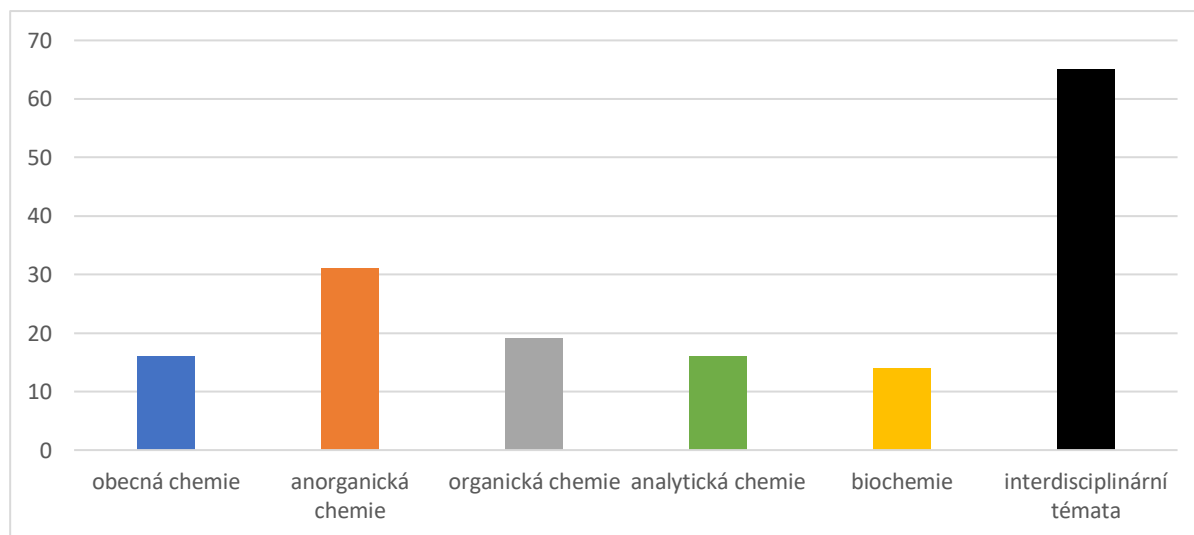
V analyzované učebnici je sedm námětů na laboratorní pokusy, z nichž 43 % odpovídá charakteru laboratorní úlohy z hlediska plnění kritérií nenáročnosti, které uvádí Čtrnáctová and Halbych (1997). Většina těchto pokusů není transparentní (86 %) a ani nepoukazují na propojení s praktickým životem (71 %). Jejich potenciál rozvíjet přírodovědnou gramotnost zvyšuje problémovost, vyšší úroveň bádání a rozvoj vyšších kognitivních operací. Všechny tyto úlohy obsahují v závěru otázky a úkoly, prostřednictvím kterých žáci využívají a rozvíjejí kritické myšlení. Téměř u všech pokusů (86 %) nejsou uvedené výsledky, a tak je možné u nich uplatnit strukturované bádání. To však ztrácí svůj potenciál, zejména proto, že uvedené pokusy nejsou transparentní. U těchto pokusů je pro žáky těžko dosažitelné samostatné vyvození závěrů bez přítomnosti učitele a s vlastními prekoncepty (Trna, 2014). Z hlediska dimenze kognitivních procesů byla nejčastěji stanovena úroveň analyzovat, která spadá dle RBT (Krahwohl, 2002) do vyšších kognitivních úrovní. Z hlediska dimenze kognitivních znalostí byla u všech pokusů stanovena konceptuální znalost.

Možnosti úprav

Uvedené pokusy vyžadují využití složitých organických sloučenin, které znemožňují žákům vlastní vyvozování závěrů. Z tohoto důvodu je většina laboratorních úloh využitelná především ve fázi fixace. Přesto by bylo možné využít některé pokusy např. „Příprava ethylenu, důkaz vlastností“ nebo „Příprava acetyleny, důkaz vlastností“ ve fázi expoziční. V této fázi by žáci mohli prostřednictvím pokusu zjišťovat vlastnosti uvedených organických sloučenin. Žáci by tak pouze neověřovali již známé poznatky, ale měli by možnost objevovat pro ně nové skutečnosti, což by mělo být hlavní funkcí pokusu, jejíž důležitost potvrzuje i Pachmann and Hofmann (1981).

4.3 Studium chemie

Studium chemie je internetová stránka disponující vysokou nabídkou chemických pokusů (PřF Univerzita Karlova, 2009). Chemické pokusy, které jsou zde uvedené, spadají do obecné, anorganické, organické, analytické chemie a biochemie. Také jsou zde pokusy zařazené do kategorie interdisciplinárních témat, které zahrnují především efektní pokusy z anorganické a obecné chemie. Celkem je zde uvedeno 160 pokusů, z nichž je 19 pokusů z organické chemie. Přehled počtu pokusů z jednotlivých oborů zobrazuje **graf 4**. Počet pokusů z organické chemie je třetí nejvyšší.



Graf 4 Počet pokusů na internetové stránce *Studium chemie*.

Jeden z pokusů organické chemie odkazuje na jiné stránky. Z tohoto důvodu nebyl zahrnut do analýzy. Všechny pokusy u tohoto zdroje byly hodnoceny dohromady.

Plnění kritérií – transparentnost, praktický život (aktuálnost tématu), řešení problémů

Z dané analýzy vyplývá, že pouze čtyři pokusy z osmnácti (22 %) jsou transparentní, sedm pokusů (39 %) poukazuje na využití v praktickém životě a žádný z daných pokusů není problémový. Přehled plnění kritérií u jednotlivých pokusů je uveden v **tabulce 20**.

Jako transparentní byl vyhodnocen pokus „Propan-butan“, u kterého mohou žáci vyvodit vlastnosti dané směsi, pokus „Rozpustnost fenolů“, u něhož logickými kroky vyvodí závěry, pokus „Reakce dusíkatých derivátů“, u kterého žáci stanovují pH a rozpustnost methylaminu, amoniaku a anilinu a pokus „Reakce karboxylových kyselin“, ve kterém žáci provádí reakci s hořčíkem a odvozují reaktivnost kyselin.

Pokus „Propan-butan“ je propojen s praktickým životem, a to prostřednictvím tlakových nádob využívaných k doplňování plynu do zapalovačů. U pokusu „Spalování uhlovodíků“ dochází k propojení s praktickým životem prostřednictvím zbarvení plamene methanu, jež je stejný jako u kahanů v laboratořích. U pokusu „Esterifikace“ dochází k propojení pomocí voňavých esencí a také u „Přípravy kyseliny acetylsalicylové“ dochází ke spojení s léky Aspirinem a Acylpyrinem. U všech pokusů s plasty bylo vyhodnocené propojení s praktickým životem, jelikož jsou plasty součástí našeho světa a každý z nás je denně využívá.

Problémovost nebyla zaznamenána ani u jednoho z daných pokusů, protože je vždy součástí postupu i výsledek.

Tabulka 20 Plnění kritérií pokusů – transparentnost, praktický život, řešení problémů.

Název pokusu	Transparentnost	Praktický život	Řešení problému
Propan-butan	ano	ano	ne
Bromace hexanu	ne	ne	ne
Spalování uhlovodíků	ne	ano	ne
Nehořlavý kapesník	ne	ne	ne
Oxidace alkoholů dichromanem	ne	ne	ne
Oxidace alkoholů manganistanem	ne	ne	ne
Rozpustnost fenolů ve vodě a NaOH	ano	ne	ne
Bromace fenolu	ne	ne	ne
Reakce methylaminu, amoniaku, anilinu	ano	ne	ne
Nitrocelulosa	ne	ne	ne
Pěnová sopka	ne	ne	ne
Reakce karboxylových kyselin s Mg	ano	ne	ne
Redukční vlastnosti HCOOH	ne	ne	ne
Esterifikace	ne	ano	ne
Příprava kyseliny acetylsalicylové	ne	ano	ne
Syntéza nylonu	ne	ano	ne
Rozpustnost polystyrenu v acetonu	ne	ano	ne
Depolymerace silonu	ne	ano	ne

Plnění kritérií – materiální jednoduchost, technická, časová a ekonomická nenáročnost

Analýzou pokusů bylo zjištěno, že většina z nich (83 %) je nenáročných z hlediska všech kritérií, což je také uvedeno v **tabulce 21**. Z osmnácti pokusů jsou dva pokusy (11 %) materiálně a ekonomicky náročné. Tato skutečnost je dána tím, že k provedení pokusu „Bromace hexanu“ je potřeba UV lampa a k pokusu „Příprava kyseliny acetylsalicylové“ je potřeba kyselina salicylová a acetanhydrid. Pokus „Syntéza nylonu“ byl vyhodnocen jako náročný i z hlediska technického, protože je zapotřebí, aby žáci byli manuálně zruční a dokázali za pomoci pinzety vytáhnout film z roztoku a namotávat ho na tyčinku. Z hlediska materiálního a ekonomického jsou potřebné speciální chemikálie – adipoylchlorid v hexanu nebo hexamethyldiamin, jehož přítomnost ve skladu chemikálií na školách není jistá.

Tabulka 21 Plnění kritérií pokusů – transparentnost, praktický život, řešení problémů.

Název pokusu	Materiální jednoduchost	Technická nenáročnost	Časová nenáročnost	Ekonomická nenáročnost
Propan-butan	ano	ano	ano	ano
Bromace hexanu	ne	ano	ano	ne
Spalování uhlovodíků	ano	ano	ano	ano
Nehořlavý kapesník	ano	ano	ano	ano
Oxidace alkoholů dichromanem	ano	ano	ano	ano
Oxidace alkoholů manganistanem	ano	ano	ano	ano
Rozpustnost fenolů ve vodě a NaOH	ano	ano	ano	ano
Bromace fenolu	ano	ano	ano	ano
Reakce methylaminu, amoniaku, anilinu	ano	ano	ano	ano
Nitrocelulosa	ano	ano	ano	ano
Pěnová sopka	ano	ano	ano	ano
Reakce karboxylových kyselin s Mg	ano	ano	ano	ano
Redukční vlastnosti HCOOH	ano	ano	ano	ano
Esterifikace	ano	ano	ano	ano
Příprava kyseliny acetylsalicylové	ne	ano	ano	ne
Syntéza nylonu	ne	ne	ano	ne
Rozpustnost polystyrenu v acetonu	ano	ano	ano	ano
Depolymerace silonu	ano	ano	ano	ano

Fáze výuky

Většinu pokusů (89 %) je možné využít především při fixační fázi výuky. Tato skutečnost je dána tím, že dané pokusy mají v postupu uvedené výsledky, které žáci mohou ověřovat. U jednoho z těchto pokusů bylo stanoveno, že má potenciál využití ve fázi expoziční. Jedná se o pokus „Propan-butan“, jehož prostřednictvím mohou žáci zjišťovat vlastnosti alkanů. U čtyřech pokusů bylo vyhodnoceno, že je možné jejich využití ve fázi motivace. Jedná se například o pokus „Nehořlavý kapesník“, ve kterém je kapesník namočen v roztoku ethanolu a zapálen. Jelikož je vyhodnocení závěru pro žáky těžko dosažitelné, lze tento pokus využít jako motivační. Přehled využitelnosti pokusů z hlediska fáze výuky je uveden v **tabulce 22**.

Tabulka 22 Využitelnost pokusů z hlediska fáze výuky

Název pokusu	Fáze výuky
Propan-butan	motivace, fixace, expozice
Bromace hexanu	fixace
Spalování uhlovodíků	fixace
Nehořlavý kapesník	motivace
Oxidace alkoholů dichromanem	fixace
Oxidace alkoholů manganistanem	fixace
Rozpustnost fenolů ve vodě a NaOH	fixace
Bromace fenolu	fixace
Reakce methylaminu, amoniaku, anilinu	fixace
Nitrocelulosa	motivace, fixace
Pěnová sopka	motivace
Reakce karboxylových kyselin s Mg	fixace
Redukční vlastnosti HCOOH	fixace
Esterifikace	fixace
Příprava kyseliny acetylsalicylové	fixace
Syntéza nylonu	fixace
Rozpustnost polystyrenu v acetonu	fixace
Depolymerace silonu	fixace

Badatelství

Z hlediska badatelství byly pokusy vyhodnoceny na úroveň potvrzujícího bádání. Důvodem je, že součástí postupů jsou výsledky a žáci je prostřednictvím pokusu pouze ověřují.

Dimenze kognitivních procesů a znalostí

Z hlediska rozvoje kognitivních operací byly všechny pokusy vyhodnoceny stejně. Jelikož nejsou součástí postupů úkoly nebo otázky, které by vyžadovaly od žáků další přemýšlení, byla vyhodnocena dimenze kognitivních procesů na úroveň aplikovat a dimenze kognitivních znalostí na procedurální znalost.

Shrnutí

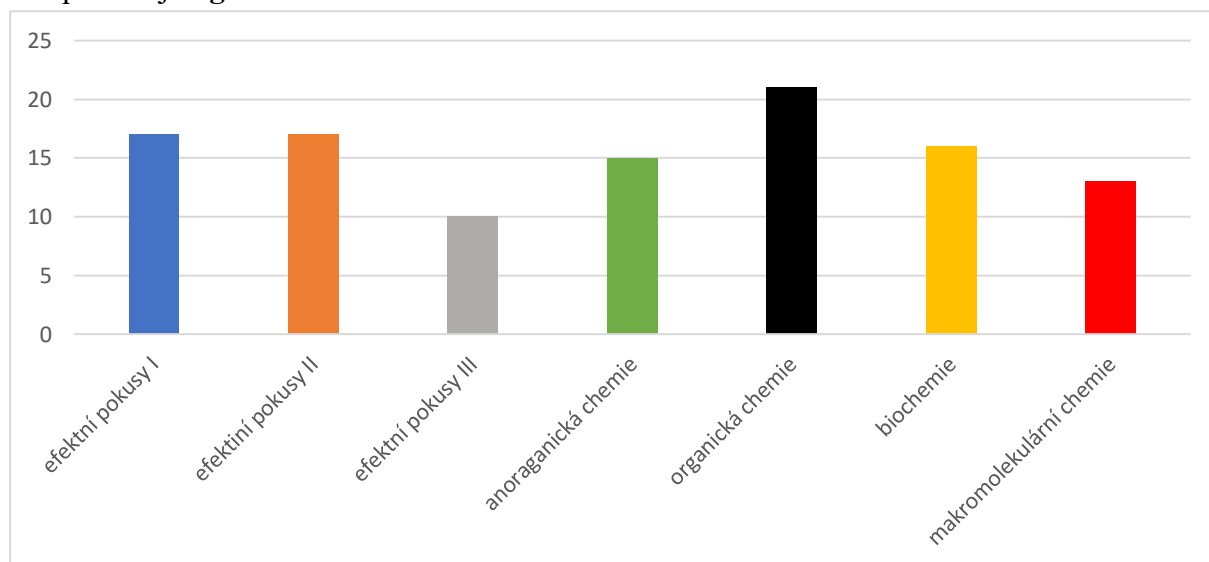
Pokusy uvedené na internetové stránce *Studium chemie* slouží především jako inspirace pro učitele. Tato skutečnost je dána tím, že součástí jednotlivých pokusů jsou postupy i s výsledky, popř. další informace pro učitele o správném provedení pokusu. Pokud by byla využita uvedená forma pokusů, bylo by možné je využít pouze pro fixaci znalostí. Tím, že jsou součástí postupů výsledky pozorování, byla úroveň badatelství vyhodnocena dle Banchi and Bell (2008); Buck et al. (2008) na nejnižší úroveň - potvrzující bádání. Z hlediska využití a rozvoje kritického myšlení bylo u těchto pokusů dané kritérium vyhodnoceno jako nevyhovující, což je dáno tím, že součástí pokusů nejsou otázky a úkoly. V této formě pokus necílí na další přemýšlení žáků, a tím na rozvoj vyšších kognitivních operací. I u těchto pokusů dochází dle Johnstone (1991) k pozorování pouze na makroskopické úrovni. Toto vyhodnocení není však závazné a záleží především na učitelích, jak pokusy upraví a zapojí žáky do celého procesu.

Možnosti úprav pokusů

Možnou alterací, kterou lze provést u všech pokusů, je jejich úprava na vyšší úroveň bádání dle Banchi and Bell (2008); Buck et al. (2008). Například pokus „Reakce karboxylových kyselin s Mg“ by bylo možné zaměřit na úroveň otevřeného bádání, při němž žáci tvoří hypotézy, navrhuji postupy, provádí analýzu a vyvozují závěry. Tím by se značně zvýšil potenciál tohoto pokusu rozvíjet nejen procedurální, ale také epistemické znalosti, které jsou důležité pro celkový rozvoj PŘG (ČŠI, 2017). Další možnou úpravou by bylo přidání otázek a úkolů k jednotlivým postupům, čímž by se u žáků prostřednictvím těchto pokusů rozvíjelo kritické myšlení a vyšší úroveň kognitivních procesů a znalostí.

4.4 Video databáze

Video databáze chemických pokusů je dostupná online na internetové stránce zpracované Zemědělskou fakultou Jihočeské Univerzity (Svoboda, 2004). Kategorie pokusů, které jsou zde uvedené, jsou efektní pokusy I, II, III, preparační cvičení z anorganické chemie, organická chemie, biochemie a makromolekulární chemie. Celkem se zde nachází 109 pokusů, z nichž 21 pokusů je z organické chemie. Kategorie efektní pokusy zahrnuje pokusy z oblasti obecné a anorganické chemie. Počet organických pokusů v závislosti na ostatních kategoriích je nejvyšší, což potvrzuje i **graf 5**.



Graf 5 Počet pokusů ve video databázi

Pět organických pokusů nebylo zahrnuto do analýzy, protože se jedná o pokusy, ve kterých se pracuje s látkami, které se řadí do oboru biochemie. Organické pokusy, které jsou zde uvedené, byly hodnoceny dohromady.

Plnění kritérií – transparentnost, praktický život (aktuálnost tématu), řešení problémů

Hodnocením daných pokusů bylo zjištěno, že tři pokusy (19 %) jsou transparentní, 13 pokusů (81 %) poukazuje na praktický život a 11 pokusů (69 %) vyžaduje řešení problémů. Přehled plnění kritérií je uveden v **tabulce 23**.

Transparentnost vykazují pokusy „Důkaz organogenních prvků (C)“, „Oxidace ethanolu“ a „Reakce fenolů“. Prostřednictvím těchto pokusů mohou žáci analyzovat výsledky pokusů, a tím vyvodit závěry. Na propojení s praktickým životem je u daných pokusů poukazováno pomocí otázek a úkolů, které jsou součástí pokusů. Toto kritérium nebylo splněno u pokusů „Příprava a bromace ethenu“ a „Reakce fenolů“, u nichž mají žáci za úkol popsat chemickou reakci rovnicí a u pokusu „Reakce Na s alkoholem“, u kterého mají žáci popsat průběh reakce s draslíkem. Řešení problému se vyskytuje u všech pokusů, protože jsou součástí otázky a úkoly, jež mají žáci vyřešit.

Tabulka 23 Plnění kritérií pokusů – transparentnost, praktický život, řešení problémů.

Název pokusu	Transparentnost	Praktický život	Řešení problému
Důkaz organogenních prvků (C)	ano	ano	ano
Příprava a hoření methanu	ne	ano	ano
Příprava bromethanu z alkoholu	ne	ano	ano
Příprava ethenu	ne	ano	ano
Příprava a bromace ethenu	ne	ne	ano
Příprava ethynu	ne	ano	ano
Sublimace naftalenu	ne	ano	ano
Spalování uhlovodíků	ne	ano	ano
Oxidace ethanolu	ano	ano	ano
Reakce Na s alkoholem	ne	ne	ano
Reakce fenolů	ano	ne	ano
Příprava kyseliny acetylsalicylové	ne	ano	ano
Esterifikace	ne	ano	ano
Fluorescein	ne	ano	ano
Škodliviny v cigaretovém kouři	ne	ano	ano
Mýdlo a povrchové napětí	ne	ano	ano

Plnění kritérií – materiální jednoduchost, technická, časová a ekonomická nenáročnost

Z hlediska materiální jednoduchosti a ekonomické nenáročnosti je šest pokusů (38 %) nevyhovujících, protože jejich provedení vyžaduje náročnější pomůcky nebo chemikálie. Technická a časová nenáročnost byla nevyhovující u třech pokusů (19 %). Přehled plnění daných kritérií je uveden v **tabulce 24**.

Pokus „Příprava bromethanu z alkoholu“ nespĺňuje ani jedno z daných kritérií. Pokus je ekonomicky i materiálně náročný, neboť vyžaduje speciální pomůcky, u nichž není jisté, zda jsou na všech školách dostupné (např. topné hnízdo, Erlenmeyerova baňka, alonž). Z hlediska

technického a časového vyžaduje vyšší zručnost např. pro sestavení destilační aparatury. Pokus „Příprava kyseliny acetylsalicylové“ také nesplňuje ani jedno z daných kritérií. Tento pokus je ekonomicky i materiálně náročný, protože vyžaduje např. fritu nebo zpětný chladič. Z hlediska technického a časového je tento pokus také náročný, neboť se při něm provádí celý proces přípravy kyseliny acetylsalicylové a následná kontrola čistoty léků. Pokus „Esterifikace“ také nesplňuje ani jedno z daných kritérií. Důvodem je, že k jeho provedení je potřeba Vigreuxova kolona, topné hnízdo nebo Erlenmeyerova baňka a vyžaduje různé manuální dovednosti. Materiální a ekonomická náročnost byla stanovena u pokusů „Příprava ethynu“, „Fluorescein“ a „Škodliviny v cigaretovém kouři“, protože vyžadují náročnější pomůcky a chemikálie, jako např. dělicí nálevku, resorcinol nebo U-trubici.

Tabulka 24 Plnění kritérií pokusů – materiální jednoduchost, technická, časová a ekonomická nenáročnost.

Název pokusu	Materiální jednoduchost	Technická nenáročnost	Časová nenáročnost	Ekonomická nenáročnost
Důkaz organogenních prvků (C)	ano	ano	ano	ano
Příprava a hoření methanu	ano	ano	ano	ano
Příprava bromethanu z alkoholu	ne	ne	ne	ne
Příprava ethenu	ano	ano	ano	ano
Příprava a bromace ethenu	ano	ano	ano	ano
Příprava ethynu	ne	ano	ano	ne
Sublimace naftalenu	ano	ano	ano	ano
Spalování uhlovodíků	ano	ano	ano	ano
Oxidace ethanolu	ano	ano	ano	ano
Reakce Na s alkoholem	ano	ano	ano	ano
Reakce fenolů	ano	ano	ano	ano
Příprava kyseliny acetylsalicylové	ne	ne	ne	ne
Esterifikace	ne	ne	ne	ne
Fluorescein	ne	ano	ano	ne
Škodliviny v cigaretovém kouři	ne	ano	ano	ne
Mýdlo a povrchové napětí	ano	ano	ano	ano

Fáze výuky

Z hlediska fáze výuky lze pokusy využít především ve fixační fázi (94 %). Toto vyhodnocení je dáno tím, že většina pokusů obsahuje výsledky a žáci prostřednictvím takových pokusů pouze ověřují jejich správnost. U pokusů, které neobsahují výsledky, ale byly vyhodnoceny jako fixační, není možné vyvození závěrů z žákovských prekonceptů a bez přítomnosti učitele. U jednoho pokusu „Fluorescein“ byla vyhodnocena fáze motivační, protože se zde pracuje se strukturně složitou látkou, o které se běžně žáci neučí.

Badatelství

U pokusů obsahujících výsledky (69 %) byla vyhodnocena potvrzující úroveň bádání. Tyto pokusy umožňují žákům ověřovat již známé výsledky. U pokusů, které nemají známé výsledky

(31 %), byla stanovena strukturovaná úroveň bádání. Žáci prostřednictvím takto vedených pokusů analyzují výsledky a vyvozují závěry. Jelikož nejsou tyto pokusy transparentní, je důležitá přítomnost učitele proto, aby vedl žáky správným směrem.

Dimenze kognitivních procesů a znalostí

Z hlediska rozvoje přírodovědné gramotnosti byly u pokusů analyzované dimenze kognitivních procesů a znalostí. Protože jsou součástí pokusů otázky a úkoly, které vyžadují vyšší myšlenkové operace, byla úroveň kognitivních procesů a znalostí hodnocena v závislosti na nich. Přehled úrovní jednotlivých dimenzí je uveden v **tabulce 25**. Pokusy, uvedené ve *video databázi* rozvíjí především kognitivní proces porozumět. Poprvé se zde u dvou pokusů objevuje proces hodnotit. Jedná se o pokusy „Příprava a hoření methanu“ a „Příprava bromethanu z alkoholu“, jejichž součástí závěru je zhodnocení dopadu methanu na životní prostředí a zhodnocení problémů při odbourávání insekticidů v životním prostředí. Kognitivní proces zapamatovat si byl vyhodnocen u pokusu „Příprava kyseliny acetylsalicylové“, u které si žáci mají vzpomenout na nežádoucí účinky léků obsahujících tuto kyselinu. U pokusů, které rozvíjí proces aplikovat, je součástí úkolů sestavení chemické rovnice. Z hlediska rozvoje kognitivních znalostí byla téměř u všech pokusů (94 %) stanovena konceptuální znalost. Jeden pokus „Příprava kyseliny acetylsalicylové“ rozvíjí znalosti na nejnižší úrovni, kterou je znalost faktů.

Tabulka 25 Úrovně dimenze kognitivních procesů a znalostí.

Znalostní dimenze	Dimenze kognitivního procesu				
	zapamatovat	rozumět	aplikovat	analyzovat	hodnotit
znalost faktů	1				
konceptuální znalost		10	3		2
procedurální znalost					
metakognitivní znalost					

Shrnutí

Online *video databáze* obsahuje 21 pokusů, které jsou zde řazené do kategorie organické chemie. Z nich 16 pokusů bylo analyzováno a u pěti pokusů bylo vyhodnoceno, že spadají do oboru biochemie. Všechny analyzované pokusy splňují podmínky řešení problémů, čímž vyžadují a zároveň rozvíjejí kritické myšlení, a tím nové dovednosti, kterými dle Zhou et al. (2013) jsou interpretace, analýza, vyvozování závěrů nebo předložení argumentů. Součástí jednotlivých pokusů jsou otázky a úkoly, které propojují chemii s praktickým životem. Právě tyto otázky a úkoly mění postoje žáků k přírodovědným předmětům a napomáhají plnit cíle uvedené v RVP (MŠMT, 2008). Bylo vyhodnoceno, že 15 z 16 pokusů je možné využít ve fázi fixace, protože součástí postupu jsou výsledky. Od toho se také odvíjí úroveň badatelství, která byla u těchto pokusů stanovena na úroveň potvrzujícího bádání, při němž žáci ověřují výsledky.

Tento stupeň bádání snižuje potenciál rozvíjet přírodovědnou gramotnost, protože žáci nemohou prostřednictvím těchto pokusů samostatně vyvozovat závěry a tvořit hypotézy.

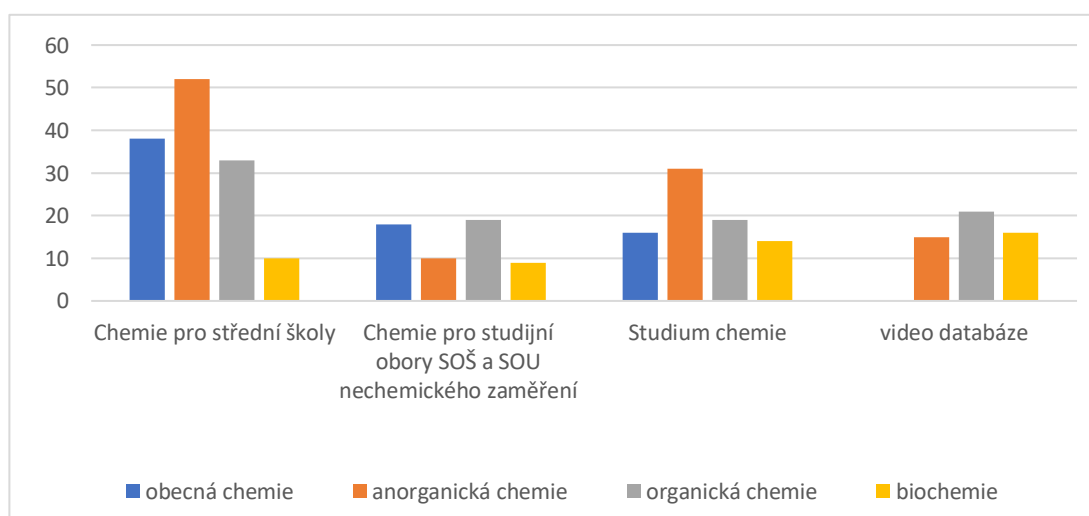
Z hlediska dimenze kognitivních procesů byl při vyhodnocování brán zřetel především na otázky a úkoly, které vyžadují od žáků další přemýšlení o daném pokusu v souvislostech. Dle RBT (Krathwohl, 2002) byla dimenze kognitivních procesů nejčastěji stanovena na úroveň porozumět. Avšak dva pokusy mají potenciál u žáků rozvíjet kognitivní operace na vyšších úrovních.

Možnosti úprav pokusů

Ačkoli byl u těchto pokusů vyhodnocen vyšší potenciál rozvoje přírodovědné gramotnosti prostřednictvím rozvoje dimenze kognitivních procesů, bylo by možné provést změny především v úrovních badatelství, které byly u těchto pokusů stanoveny převážně na úroveň potvrzujícího bádání. Také by byly vhodné úpravy z hlediska transparentnosti pokusů, která je, jak uvádí Trna (2014), důležitá pro motivaci žáků, vývoj intelektuálních a manuálních dovedností. Například pokusy „Reakce fenolů“ nebo „Oxidace ethanolu“, jež by bez výsledků byly transparentní. Také se by mohly využít například ve fázi expozice, čímž by u žáků rozvíjely samostatnost, schopnosti analyzovat a vyvozovat závěry, které se dle ČŠI (2017) podílí na rozvoji přírodovědné gramotnosti.

4.5 Srovnání výsledků

V této kapitole se zaměřím na porovnání pokusů mezi jednotlivými zdroji a vyhodnotím, který z nich má nejvyšší potenciál rozvíjet přírodovědnou gramotnost. Celkový počet pokusů z organické chemie v jednotlivých zdrojích je uveden v **grafu 6**.

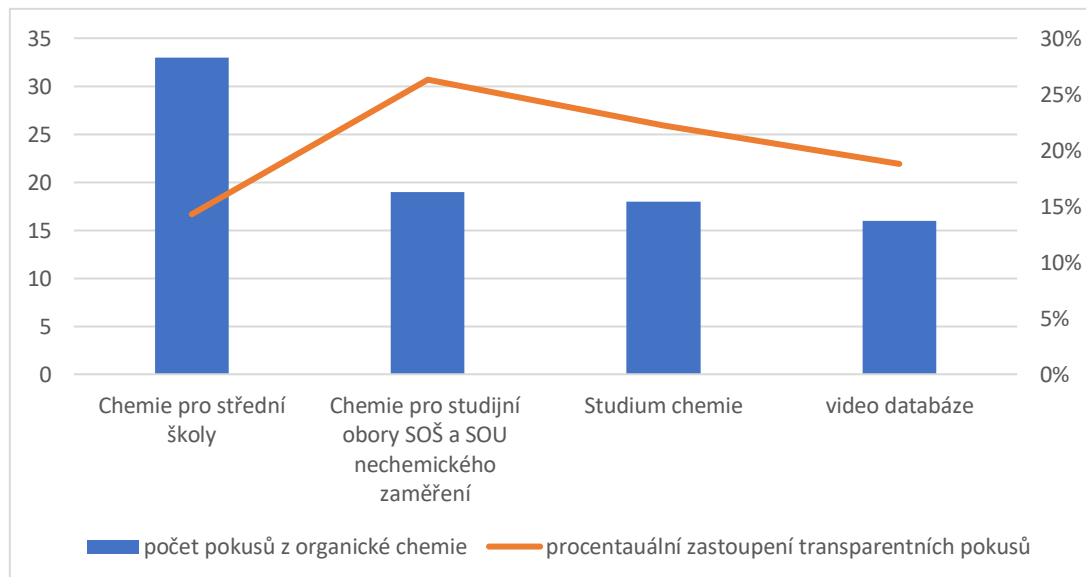


Graf 6 Počet pokusů ze všech oborů v analyzovaných zdrojích.

S ohledem na předávání učiva v souladu s Nature of Science plní svou funkci, soudě dle kapitoly organické chemie, lépe učebnice *Chemie pro střední školy*. Při srovnání zastoupení pokusů z organické chemie mezi všemi pokusy je zřejmé, že zastoupení pokusů napříč oblastmi chemie není srovnatelné. Počet pokusů z organické chemie je v jednotlivých zdrojích dostatečný, přesto nejsou tyto pokusy zařazovány do výuky tak často, jako ty z anorganické chemie, což uvádí také Rusek et al. (2020) ve své studii. Důvodem může být jejich vyšší materiální náročnost a – s ohledem na analýzu provedenou v této práci – i další kritéria (transparentnost, badatelský potenciál apod.). Tato skutečnost poukazuje na potřebu revize námětů pokusů z organické chemie z hlediska potenciálu rozvoje PŘG a skutečného materiálního a technického zabezpečení škol.

Transparentnost pokusů

Počet transparentních pokusů v jednotlivých analyzovaných zdrojích nebyl vysoký. Jejich procentuální zastoupení v závislosti na celkovém počtu je zaznamenán v **grafu 7**. Analyzované učebnice (Banýr et al., 1995; Blažek & Fabini, 1999) obsahují stejný počet (5) transparentních pokusů. V závislosti na celkovém počtu je však vyšší poměr těchto pokusů obsažen v učebnici *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření*. Na internetové stránce *Studium chemie* byly uvedeny čtyři transparentní pokusy a ve *video databázi* tři.



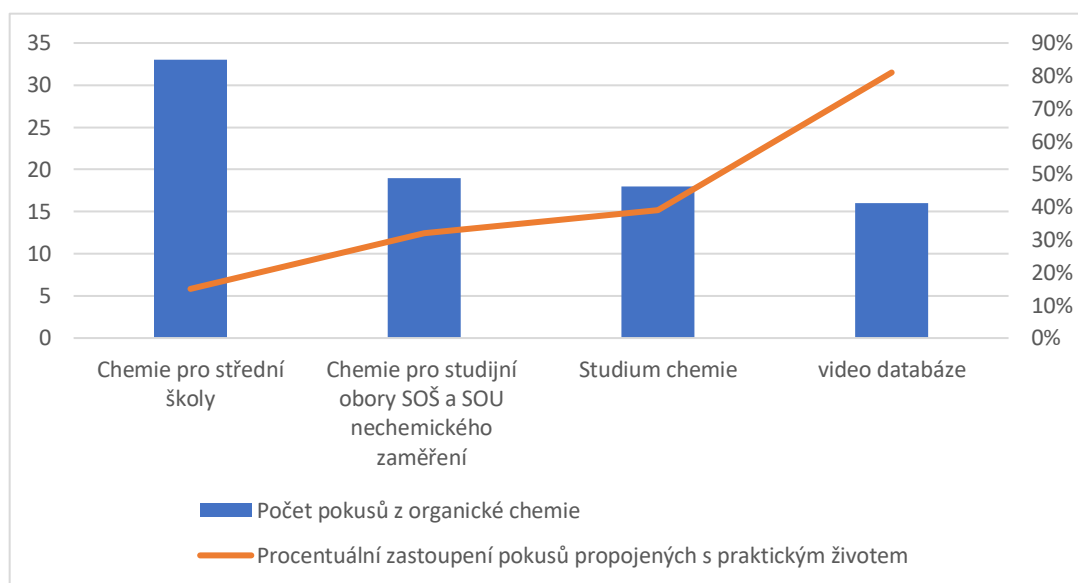
Graf 7 Srovnání počtu transparentních pokusů v analyzovaných zdrojích.

Tato zjištění podporují předpoklad, že pokusy z organické chemie jsou mnohem méně uplatňované z důvodu nízké transparentnosti. Pokusy, které byly vyhodnoceny jako netransparentní, vyžadují přítomnost učitele, jenž vysvětluje pozorované jevy a vede žáky k daným cílům. V případě jejich využití je běžná teoreticky pojatá výuka doprovázena další učitelskou aktivitou. Z hlediska efektivity by tento přístup byl vhodný v motivační fázi, kdy je

možné prostřednictvím pokusu žáky motivovat a zaujmout pro dané téma. Pro využití ve fázi expozice nemají tyto pokusy potenciál podněcovat žáky k učení se a k rozvíjení nových schopností nebo dovedností.

Zaměření na praktický život (aktuálnost tématu)

Dalším kritériem byla propojenost s reálným životem, která je důležitá z hlediska změny postoje žáků k přírodovědným předmětům. Nejvíce pokusů (81 %), jež poukazyvaly na propojenost s praktickým životem, se vyskytovalo ve *video databázi* chemických pokusů. V tomto zdroji byly uvedené otázky a úkoly týkající se dané látky v závislosti na jejím využití nebo výskytu v praktickém životě. Procentuální zastoupení pokusů, které propojovaly praktický život s učivem chemie je uvedeno v **grafu 8**.



Graf 8 Srovnání počtu pokusů propojených s praktickým životem.

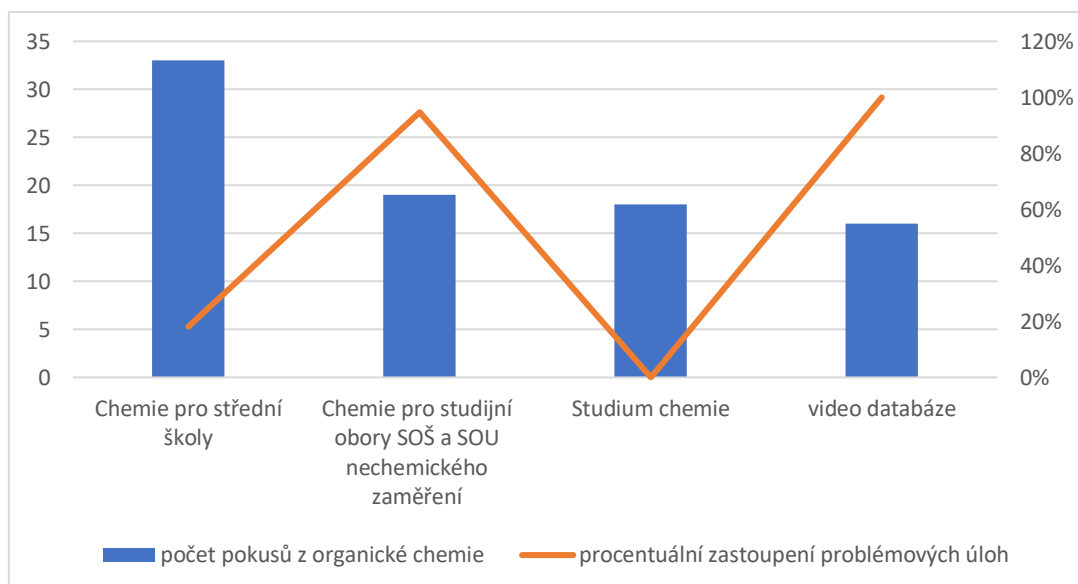
Tato zjištění potvrzují, že analyzované pokusy minimálně propojují chemii s praktickým životem, což je jedno z hlavních kritérií, které mění postoje žáků k přírodovědným předmětům. Tento aspekt je také důležitým motivačním prvkem, prostřednictvím něhož může učitel v žácích probudit zájem o chemii, resp. o přírodovědné předměty. Ve výuce by mělo být poukazováno na využitelnost chemie a na situace, při kterých je chemie součástí každodenního života. Toto kritérium také poukazuje na potenciál rozvíjet PŘG, prostřednictvím navrhování řešení problémů simulující praktický život. Pokud náměty pokusů neobsahují tento důležitý prvek, je na učiteli, aby jej doplnil.

Řešení problémů

Analyzované pokusy byly hodnoceny z hlediska rozvoje řešení problémů. Pokusy, jejichž součástí byla jakákoliv otázka, popř. úkol, který vyžadoval řešení, byly vyhodnoceny jako

vyhovující. Přehled procentuálního zastoupení pokusů vyžadujících řešení problémů je uvedený v **grafu 9**.

Nejvíce úloh vyžadujících řešení problémů obsahuje *video databáze*. Vyšší počet námětů na pokusy obsahující řešení problémů je také uveden v učebnici *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření*. U internetové stránky *Studium chemie* bylo vyhodnoceno, že žádný pokus nerozvíjí kritické myšlení. Důvodem je, že pokusy, které jsou zde uvedené, neobsahují doplňující otázky nebo úkoly, jež by vyžadovaly řešení.



Graf 9 Srovnání počtu pokusů vyžadujících řešení problému.

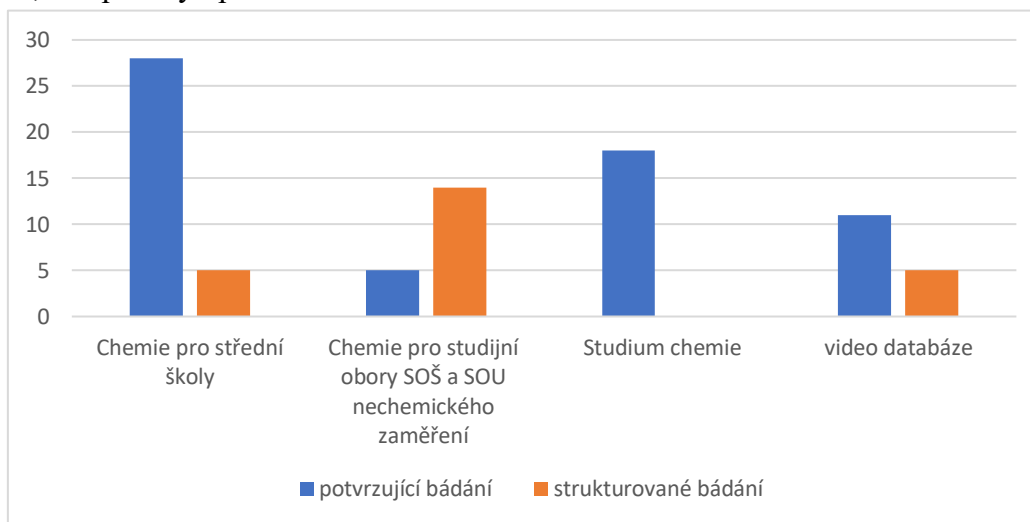
Toto zjištění potvrzuje, že je možné u žáků prostřednictvím pokusů rozvíjet kritické myšlení. Pokusy, které obsahují problémové úlohy, se značně podílí na rozvoji přírodovědné gramotnosti především v oblasti vyhodnocování jevů a interpretaci dat a důkazů. Také bylo zjištěno, že některé tyto pokusy zprostředkovávají i propojení mezi makroskopickou, submikroskopickou a popř. symbolickou složkou. Toto zjištění naznačuje, že využívání takových pokusů ve výuce nemusí být neúčelné a vedoucí k pouhému následování postupů, jak uvádí Hofstein and Lunetta (2004). Tyto pokusy umožňují žákům vyvozovat závěry, přemýšlet v souvislostech, využívat a rozvíjet vyšší kognitivní operace.

Badatelství

Úrovně badatelství, na které je pokus možné zaměřit, byly porovnávány mezi sebou a mezi jednotlivými zdroji. Jejich přehled je uveden v **grafu 10**.

Úrovně badatelství, ve kterých je pokus možné využít, byly u všech analyzovaných zdrojů vyhodnoceny na dvě úrovně – potvrzující a strukturované. Potvrzující bádání ve většině zdrojích převažovalo. Avšak učebnice *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření* obsahuje více pokusů zaměřených na strukturované bádání. Hlavním důvodem je, že

pokusy uvedené v této učebnici neobsahují výsledky pozorování, a proto byly vyhodnoceny na danou úroveň. Důležitým faktorem však je, zda jsou pokusy transparentní a žáci tak mohou prostřednictvím pokusu samostatně vyvozovat závěry. U ostatních analyzovaných zdrojů převažují pokusy, které jsou zaměřené na nejnižší úroveň bádání, především proto, že jejich součástí jsou výsledky. Jejich potenciál využití ve vyšších stupních je však vysoký a záleží na učitelích, zda pokusy upraví či nikoliv.



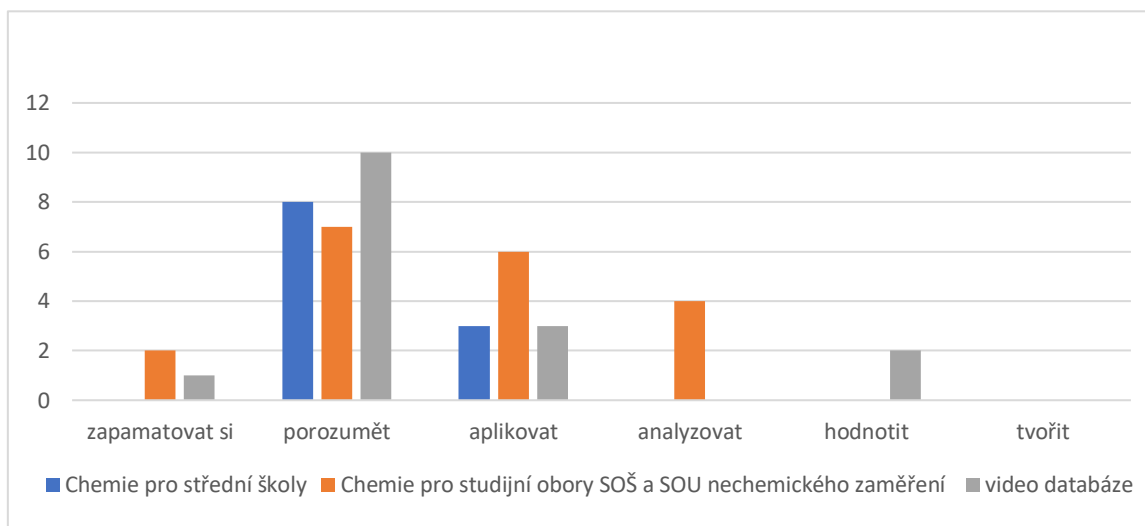
Graf 10 Úrovně badatelství v analyzovaných zdrojích.

Z hlediska rozvoje přírodovědné gramotnosti je žádoucí, aby byly pokusy zaměřené na vyšší stupně bádání, tzn. neobsahovaly výsledky, podněcovaly žáky k tvoření hypotéz. Jak uvádí Zámečníková (2013) badatelsky orientovaná výuka simuluje skutečné vědecké bádání a žáci prostřednictvím takto vedené výuky získávají a rozvíjí nové dovednosti a schopnosti, které napomáhají k získání gramotnosti v přírodních vědách. Učitel by při takto vedené výuce měl přenechávat podstatnou část na žácích, neboť tak u nich dochází k formování schopnosti samostatnosti, logického myšlení a využívání vyšších kognitivních procesů.

Dimenze kognitivních procesů

Proto, aby se pokus podílel na rozvoji PĚG, je důležité, aby nesloužil pouze k jeho provedení, ale aby vyžadoval od žáků zapojení vyšších kognitivních operací. Tuto podmínku splňovala pouze laboratorní cvičení uvedená v učebnici *Chemie pro střední školy*, pokusy i laboratorní náměty, uvedené v učebnici *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření* a *video databáze* chemických pokusů. Na internetové stránce *Studium chemie* jsou uvedené postupy pokusů, které primárně slouží k jejich provedení bez zaměření na rozvoj myšlení žáků. Přehled dimenze kognitivních procesů, jež pokusy v daných zdrojích rozvíjí, je uveden v **grafu 11**.

Největší různorodost pokusů mířící na různé úrovně kognitivních procesů obsahuje učebnice *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření* a *video databáze* chemických pokusů. Přesto se ale u těchto zdrojů v největší míře vyskytuje kognitivní proces porozumět. Zároveň se pouze u těchto pokusů objevují procesy analyzovat nebo hodnotit, které se řadí do vyšších kognitivních úrovní.



Graf 11 Srovnání dimenze kognitivních procesů u pokusů uvedených v jednotlivých zdrojích.

Na základě tohoto pozorování bylo vyhodnoceno, že největší potenciál rozvíjet přírodovědnou gramotnost má učebnice *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření* a *video databáze* chemických pokusů. Uvedené zdroje obsahují pokusy s otázkami či úkoly, které vyžadují od žáků další přemýšlení v souvislostech. Tyto aspekty zprostředkovávají rozvoj přírodovědné gramotnosti u žáků ve všech oblastech. Takto vedená výuka se zaměřením na experimentální činnost umožní žákům pochopení podstaty jevů a rozvíjí u nich vyšší myšlenkové operace při řešení problémů.

4.5.1 Srovnání vybraných pokusů

Výuka založená na experimentální činnosti je dle uvedených studií (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2011; Rusek, 2013b; Rusek et al., 2019) hlavním prostředkem změny postoje žáků k přírodovědným předmětům. Proto, aby pokusy nesloužily k pouhému pozorování a ověřování znalostí, je důležité, jak uvádí Pachmann and Hofmann (1981) zapojovat žáky do celého procesu zkoumání a umožnit jim získávání nových informací. Žáci prostřednictvím provádění pokusů nezískávají pouze nové dovednosti, ale také schopnosti, které napomáhají k rozvíjení přírodovědné gramotnosti.

V této části porovnáme potenciál rozvíjet PŘG u tří pokusů, které se vyskytovaly ve více analyzovaných zdrojích. Hlavní porovnávané prvky byly transparentnost, propojení s praktickým životem, řešení problémů, úroveň badatelství a dimenze kognitivních procesů.

Tato kritéria byla vybrána v závislosti na jejich důležitosti pro rozvoj PŘG. Cílem tohoto porovnávání je poukázat na možnosti úprav pokusů, které by vedly ke zvýšení jejich potenciálu rozvíjet PŘG, kritické myšlení a vyšší kognitivní operace.

Pokus „Důkaz organogenních prvků (C)“

Pokus se vyskytoval ve třech zdrojích – *Chemie pro střední školy*, *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření* a *video databáze*. Údaje o daném pokusu byly zapsány do **tabulky 26**. Je patrné, že tento pokus cílí v různých zdrojích na různé schopnosti a dovednosti. Ve všech ohledech je však nejdůležitější, aby pokus rozvíjel kritické a vědecké myšlení, přírodovědnou gramotnost a vyšší úroveň myšlenkových operací. Uvedená tabulka dokazuje, že je možné u tohoto pokusu provést úpravy tak, aby zprostředkoval pro žáky nové informace, dovednosti a schopnosti na vyšších úrovních kognitivních procesů. Je žádoucí, aby pokus vykazoval alespoň prvky strukturovaného bádání a zároveň aby byl transparentní, protože u takových pokusů žáci mohou samostatně vyvozovat závěry a docházet k novým znalostem.

Tabulka 26 Přehled plnění kritérií u pokusu "Důkaz organogenních prvků (C)"

Analyzovaný zdroj	Transparentnost	Praktický život	Řešení problému	Badatelství	Bloomova taxonomie
Chemie pro střední školy	ne	ne	ne	potvrzující	porozumět znalost konceptů
Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření	ano	ne	ano	strukturované	analyzovat znalost konceptů
video databáze	ano	ano	ano	potvrzující	porozumět znalost konceptů

Pokus „Příprava acetylenu“

Tento pokus se také vyskytoval ve více zdrojích, kterými byly učebnice *Chemie pro střední školy*, učebnice *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření* a *video databáze* chemických pokusů. Ve všech uvedených zdrojích byl klasifikován jako netransparentní. Důvodem je, že pro přípravu acetylenu se využívá reakce karbidu vápenatého a vody. Z důvodu složitějšího mechanismu reakce není možné, aby žáci se svými prekoncepty samostatně identifikovali vzniklý produkt. Ostatní kritéria pokus v uvedených zdrojích splňoval, ba dokonce u jednoho zdroje bylo vyhodnoceno, že vyžaduje a zároveň rozvíjí vyšší kognitivní procesy. Přehled plnění kritérií je uveden v **tabulce 27**. Z daného přehledu je patrné, že pokus nebude možné využít v expoziční fázi výuky, protože by vždy musel být přítomen učitel, jenž by vedl žáky k danému cíli. Avšak tento pokus má potenciál využití jako demonstrační pokus, při kterém by žáci řešili důležité otázky a úkoly, jimiž také dochází k rozvoji PŘG.

Tabulka 27 Přehled plnění kritérií u pokusů v jednotlivých zdrojích.

Analyzovaný zdroj	Transparentnost	Praktický život	Řešení problému	Badatelství	Bloomova taxonomie
Chemie pro střední školy	ne	ne	ano	potvrzující	aplikovat znalost konceptů
Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření	ne	ne	ano	strukturované	analyzovat znalost konceptů
video databáze	ne	ano	ano	potvrzující	aplikovat znalost konceptů

Pokus „Esterifikace“

Posledním vybraným je pokus „Esterifikace“, který se vyskytoval v určitých modifikacích ve všech zdrojích. Tento pokus byl také vyhodnocen jako netransparentní. Důvodem je, že je zde prováděná reakce alkoholu a karboxylové kyseliny, jejíž mechanismus by mohl být pro žáky složitější. Tím, že je nutné mít předchozí znalosti a chemické myšlení, není možné, aby tento pokus zprostředkoval vyvozování závěrů logickými kroky a s vlastními prekoncepty. Ostatní kritéria pokus splňuje. Přehled plnění kritérií je uveden v **tabulce 28**. Je zřejmé, že měl tento pokus téměř ve všech zdrojích potenciál využití při strukturovaném bádání, avšak – jak již bylo zmíněno - není tento pokus transparentní, a proto by zde musel být přítomen učitel, aby žákům vysvětloval podstatu děje. U zdroje *Studium chemie* nebyl do tabulky zadán kognitivní proces, protože je zde pokus zaměřen na jeho provedení bez dalšího rozvoje vyšších kognitivních procesů. I u tohoto pokusu je možné jeho využití pro motivaci žáků propojením s praktickým životem, či pro rozvoj kritického myšlení a vyšších kognitivních procesů.

Tabulka 28 Plnění kritérií u pokusu v jednotlivých zdrojích.

Analyzovaný zdroj	Transparentnost	Praktický život	Řešení problému	Badatelství	Bloomova taxonomie
Chemie pro střední školy	ne	ano	ano	strukturované	aplikovat znalost konceptů
Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření	ne	ano	ano	strukturované	aplikovat znalost konceptů
Studium chemie	ne	ano	ne	potvrzující	
video databáze	ne	ano	ano	strukturované	porozumět znalost konceptů

5 Závěr

Tato diplomová práce se zabývala analýzou pokusů a vyhodnocením jejich potenciálu rozvíjet přírodovědnou gramotnost a celkové (chemické) myšlení žáků. Pro analýzu byly z důvodu její realizace vybrány pokusy z oboru organické chemie. V současné době je kladen vyšší důraz na to, aby součástí výuky chemie byla i experimentální činnost. Ta jednak umožňuje expozici žáků novými poznatky a zároveň rozvíjí schopnosti a dovednosti, které žák může získat pouze prostřednictvím experimentální činnosti. Aby tyto výstupy byly dosaženy, je nutné používat takové pokusy, při nichž bude žák rozvíjet vědecké a kritické myšlení, přírodovědnou gramotnost, samostatnost a nové schopnosti a dovednosti. Z tohoto důvodu byla provedena analýza dostupných zdrojů, které mohou být využívány na středních odborných školách. Těmito zdroji byly učebnice *Chemie pro střední školy* a *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření*. Dále internetové stránky *Studium chemie* a *video databáze chemických pokusů*. Pokusy uvedené v jednotlivých zdrojích byly analyzovány na základě jednotlivých kritérií, kterými byly: transparentnost, propojení s praktickým životem, řešení problému, materiální jednoduchost, technická, časová a ekonomická nenáročnost, fáze výuky, ve které lze pokus využít, a úroveň badatelství, na níž je pokus zaměřen. Dále byly pokusy vyhodnoceny dle rozvoje dimenzí kognitivních procesů a znalostí. Nejprve byly jednotlivé zdroje hodnoceny zvlášť. U učebnic byly pokusy rozděleny na žákovské a na laboratorní cvičení. Dále byly výsledky analýzy jednotlivých zdrojů porovnávány mezi sebou. U některých pokusů, které se objevovaly ve více zdrojích, bylo porovnáváno plnění vybraných kritérií a jejich zhodnocení potenciálu rozvíjet PŘG.

Celkem bylo analyzováno 86 pokusů z organické chemie ze čtyř zdrojů. Z těchto pokusů byla většina (80 %) hodnocena jako netransparentní, tzn. že možnost, kterou by se žáci při provádění daného pokusu dostali k závěrům, je nízká. Tyto pokusy mohou být využity především ve fázi fixace poté, co učitel žákům předá teoretické poznatky. V tomto případě to však znamená, že pokusy mají potenciál využití pouze na úrovni potvrzujícího bádání (72 %), kdy žáci jen následují postup pokusu a potvrdí, či vyvrátí, zda je závěr pravdivý, což také snižuje potenciál rozvoje „chemických dovedností“ žáků. Pokusy bez uvedených výsledků byly vyhodnoceny na úroveň strukturovaného bádání (28 %). Pro zachování dané úrovně bádání dle Banchi and Bell (2008) by měl být pokus také transparentní. Ačkoli byla u pokusů stanovena daná úroveň, ve většině případů musí být přítomen učitel a vést žáky správným směrem. Také bylo zaznamenáno, že pouhých 36 % pokusů vykazuje propojenost s praktickým životem, která je důležitá pro změnu postoje žáků k chemii. Z hlediska řešení problémů 47 % všech

analyzovaných pokusů splňuje tyto nároky, a proto je možné dané pokusy označit jako nesoucí potenciál problémových úloh. V této oblasti z analyzovaných zdrojů vystupovala *video databáze*, která u každého pokusu uváděla otázku či úkol, který měli žáci vyřešit. Nejvyšší úroveň dimenze kognitivních procesů, která byla u pokusů vyhodnocena, byla úroveň hodnotit, jež se vyskytovala u dvou pokusů ve *video databázi* chemických pokusů. Další vyšší úroveň kognitivních procesů byla analyzovat, ta byla vyhodnocena u čtyř pokusů v učebnici *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření*. Nejčastěji analyzovaným kognitivním procesem byl proces na úrovni porozumět, který se vyskytoval u 28 % pokusů. Vyšší početnost měl také proces aplikovat, jež byl vyhodnocen u 14 % pokusů.

Z hlediska celkového hodnocení má nejvyšší potenciál rozvíjet PŘG ze všech analyzovaných zdrojů učebnice *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření*. Ta obsahuje pokusy, které vyžadují řešení problémů, mají potenciál využití i v jiných fázích výuky, než je fixace. U většiny pokusů neuvádí výsledky, proto je lze využít při strukturovaném bádání. Pokusy zde uvedené rozvíjí kognitivní operace na vyšších úrovních. Velký potenciál má také *video databáze* chemických pokusů, která propojuje pokusy s praktickým životem, vyžaduje řešení problémů a míra rozvoje kognitivních procesů je na vyšších úrovních. Některé pokusy jsou ale náročné z hlediska materiálního, technického, časového i ekonomického, a proto byl tento zdroj zařazen jako potenciálně podnětný, avšak méně vhodný pro využití na méně vybavených školách. Pokusy uvedené na internetové stránce *Studium chemie* mohou sloužit především pro učitele jako inspirace. Avšak možným rizikem dané prezentace je, že bude učitelem plně přijato. V takovém případě však jde o ukázkou reakce, jež nemá charakter školního chemického pokusu tak, jak byl vymezen v teoretické části práce.

Moderní cíle vzdělávání v přírodovědných oborech podporují, aby učitelé do výuky zařazovali co nejvíce experimentálních činností. Na učitele jsou tak kladeny nároky přibližovat žákům chemii v souvislosti s praktickým životem. To vše je možné, pokud budou mít učitelé dostupný materiál, se kterým budou moci pracovat a který jim ukáže, jak správně u žáků rozvíjet myšlení, schopnosti a dovednosti. Z této analýzy je patrné, že ani jeden zdroj není zcela vyhovující a vždy nějaká jeho část vyžaduje úpravu. Aby učitelé mohli kvalitně učit a rozvíjet u žáků schopnosti a dovednosti na vyšších úrovních, je důležité, aby došlo k úpravám dostupných námětů nebo aby byl vytvořen materiál obsahující pokusy s potenciálem rozvíjet PŘG žáků, jež by zároveň pomohl zkvalitnit experimentální činnost nejen na středních odborných školách.

6 Seznam použitých zkratk

IBSE	Badatelsky orientovaná výuka (Inquiry Based Science Education)
MŠMT	Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy
OECD	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (Organisation for Economic Cooperation and Development)
PISA	Programme for International Student Assessment
PřG	Přírodovědná gramotnost
RBT	Revidovaná Bloomova taxonomie
RVP	Rámcový vzdělávací program
RVP SOV	Rámcový vzdělávací program – střední odborné vzdělávání
SOŠ	Střední odborná škola
ŠVP	Školní vzdělávací program
ZF JU	Zemědělská fakulta Jihočeské Univerzity

7 Seznam použité literatury

- Amann, W. (1998). *Chemie pro střední školy 2a*. Scientia.
- Amann, W. (2000). *Chemie pro střední školy 2b*. Scientia.
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and children*, 46(2), 26.
- Banýr, J., Studnička, E., Beneš, P., Dubová, J., Hořejš, F., & Kašpárek, M. (1995). *Chemie pro střední školy: obecná, anorganická, organická, analytická, biochemie*. SPN.
- Beneš, P., Janoušek, R., & Novotný, M. (2009). Hodnocení obtížnosti textu středoškolských učebnic. *Pedagogika*, 3.
- Beneš, P., Rusek, M., & Kudrna, T. (2015). Tradice a současný stav pomůckového zabezpečení edukačního chemického experimentu v České republice. *Chemické listy*, 109(2), 159-162.
- Bilek, M., & Hrubý, J. (2014). Počítačem podporovaný školní chemický experiment jako prostředek badatelsky orientované výuky. Retrieved from: <http://chemistrynetwork.pixelonline.org/data/SUE/db/doc/56> Chemistry.
- Blažek, J., & Fabini, J. (1999). *Chemie pro studijní obory SOŠ a ŠOU nechemického zaměření*. SPN-pedagogické nakladatelství, as.
- Blažek, R., & Příhodová, S. (2016). Mezinárodní šetření PISA 2015. *Národní zpráva*
- Bloom, B. S., Krathwohl, D. R., & Masia, B. B. (1984). Bloom taxonomy of educational objectives. In *Allyn and Bacon*. Pearson Education.
- Bretz, S. L. (2019). Evidence for the importance of laboratory courses. *ACS Publications*.
- Buck, L. B., Bretz, S. L., & Towns, M. H. (2008). Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *Journal of college science teaching*, 38(1), 52-58.
- Clotilde, B. M., & Andrea, C. (2016). CLIL & IBSE methodologies in a chemistry learning unit. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences Vol*, 4(8).
- ČŠI. (2017). PISA 2015 *Koncepční rámec hodnocení přírodovědné gramotnosti*
- ČŠI. (2018). Zjištění z mezinárodního šetření PISA 2018.

- ČŠI. (2019). Rozvoj přírodovědné gramotnosti na základních a středních školách ve školním roce 2018/2019.
- Čtrnáctová, H., & Halbych, J. (1997). *Didaktika a technika chemických pokusů*. Karolinum.
- ČZA, Humpolec. (2018). *ŠVP Agropodnikání* <https://www.cza-hu.cz/agropodnikani-zemedelstvi/>
- Dluhoš, L. (1995). *Vybrané kapitoly z didaktiky chemie*. Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta.
- Dostál, J. (2013a). Badatelsky orientovaná výuka jako trend soudobého vzdělávání. *E-pedagogium*, 3, 81-93.
- Dostál, J. (2013b). Experiment jako součást badatelsky orientované výuky. *Trendy ve vzdělávání*, 1(1), 9-19.
- Dostál, J. (2014). Experimentování žáků při výuce-nové možnosti a perspektivy. *E-Pedagogium*.
- Dostál, J. (2015). *Badatelsky orientovaná výuka: pojetí, podstata, význam a přínosy*. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Eisner, W. (1996). *Chemie pro střední školy 1a. 1* Scientia.
- Eisner, W. (1997). *Chemie pro střední školy 1b. 1*. Scientia.
- Faltýn, J., Nemčíková, K., & Zelendová, E. (2011). Gramotnosti ve vzdělávání: příručka pro učitele. *Praha: VÚP v Praze*.
- Flemer, V., & Dušek, B. (2001). *Chemie pro gymnázia I: (obecná a anorganická)*. SPN-pedagogické nakladatelství.
- Foshay, R., & Kirkley, J. (2003). Principles for teaching problem solving. *Technical paper*, 4.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of educational research*, 52(2), 201-217.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88(1), 28-54.

- Hofstein, A., & Mamlok-Naaman, R. (2011). High-school students' attitudes toward and interest in learning chemistry. *Educación química*, 22(2), 90-102.
- Holzhauser, P., & Matuška, R. (2019a). Použití chemických látek při výuce a v rámci volnočasových aktivit žáků mladších 15 let. *Chemické listy*, 113(4), 233-239.
- Holzhauser, P., & Matuška, R. (2019b). Použití chemických látek při výuce a v rámci volnočasových aktivit žáků ve věku 15–18 let. *Chemické listy*, 113(7), 441-446.
- Honzíková, J., & Novotný, J. (2006). Projektové a problémové metody v praxi. *Adresa online časopisu: <http://epedagog.upol.cz>*, 28.
- Horák, J. (2013). Nový systém výstražných vět k označování rizikových vlastností chemických látek. *Chemické listy*, 107(7), 579-581.
- Hrabal, V., Man, F., & Pavelková, I. (1984). *Psychologické otázky motivace ve škole*. Státní pedagogické nakl.
- Huitt, W. (2011). Bloom et al.'s taxonomy of the cognitive domain. *Educational psychology interactive*, 22.
- Ibrahim, N. H., Surif, J., Hui, K. P., & Yaakub, S. (2014). “Typical” teaching method applied in chemistry experiment. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 4946-4954.
- Janoušková, S., Žák, V., & Rusek, M. (2019). Koncept přírodovědné gramotnosti v České republice: analýza a porovnání. *Studia paedagogica*, 24(3), 93-109.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of computer assisted learning*, 7(2), 75-83.
- Kolář, K., Kodíček, M., & Pospíšil, J. (1997). *Chemie II pro gymnázia: organická a biochemie*. SPN.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice*, 41(4), 212-218.
- Kuglerová, J., Studecký, Tomáš, Lubojacký, Richard, Milička, Miroslav, , Sekera, L., Nešpor, O., Humpál, M., Beran, T., & Knobloch, P. (2003). *Chemický vzdělávací portál <http://chemie.gfxs.cz/index.php>*
- Kuntzleman, T. (2019). Synergistic Inquiry. *ChemEDX*.

- Lunetta, V. N., Hofstein, A., & Clough, M. P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. *Handbook of research on science education*, 2, 393-441.
- Mikeš, J., & Hlavatý, J. (2020). Možnosti využití virtuálních laboratoří při výuce chemie na středních školách. *Chemické listy*, 114(4), 291-294.
- MŠMT. (2003). Sdělení Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy k postupu a stanoveným podmínkám pro udělování a odnímání schvalovacích doložek učebnicím a učebním textům a k zařazování učebnic a učebních textů do seznamu učebnic
- MŠMT. (2008). *Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání (41-41-M/01 Agropodnikáni)*. Národní ústav odborného vzdělávání.
- Novák, L., & Ventura, K. (2011). Globální harmonizovaný systém klasifikace a označování chemických výrobků a povinnosti výrobců, dovozců a distributorů, které z něj plynou. *Chem. Listy*, 105, 616-621.
- Nováková, Z., & Pucek, R. (2013). Legislativní úprava manipulace s chemickými látkami ve školních laboratořích. *Chemické listy*, 107(6), 471-475.
- Novotný, P. (2002). Výukový proces z pohledu současné školní didaktiky. *Vybrané kapitoly ze školní didaktiky*. Brno: Masarykova univerzita, 17-28.
- NÚV. (2011). *Rámcové vzdělávací programy*. <http://www.nuv.cz/t/rvp>
- O'Dwyer, A., & Childs, P. E. (2017). Who says organic chemistry is difficult? Exploring perspectives and perceptions. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3599-3620.
- Okebukola, P. A. (1986). An investigation of some factors affecting students, attitudes toward laboratory chemistry. *Journal of Chemical Education*, 63(6), 531.
- Pachmann, E. (1974). *Didaktika chemie - cíl a obsah výuky*. Státní pedagogické nakladatelství
- Pachmann, E. (1975). *Materiálně technické zabezpečení výuky chemie. Didaktika chemie II.* . Státní pedagogické nakladatelství
- Pachmann, E. (1986). *Speciální didaktika chemie*. Státní pedagogické nakladatelství.
- Pachmann, E., Banýr, J., & Holada, K. (1968). *Praktická cvičení z didaktiky chemie II.* . Státní pedagogické nakladatelství.

- Pachmann, E., & Hofmann, V. (1981). *Obecná didaktika chemie*. SPN.
- Pauková, M., Banýr, J., Hellberg, J., Hofmann, V., Pachmann, E., Palouš, R., Přidal, A., Sotorník, V., Trtílek, J., Vaňo, I., Volín, M., & Vurm, V. (1971). *Didaktika chemie*. Státní pedagogické nakladatelství
- PřF Univerzita Karlova. (2009). *Studium chemie*. <https://studiumchemie.cz/>
- Příhoda, J., Černík, M., Janků, S., & Literák, J. (2012). Laboratorní technika.
- Rusek, M. (2013b). Postoje žáků SOŠ nechemického zaměření k chemii. In J. Kmet'ová, M. Skoršepa a I. Juračková. *Súčasnosť a perspektívy didaktiky chémie II. Bánská Bystrica: FVP UMB*, 149-153.
- Rusek, M. (2013c). Vliv výuky na postoje žáků SOŠ k chemii. *Scientia in educatione*, 4(1), 33-47.
- Rusek, M. (2013d). Výzkum postojů žáků středních škol k výuce chemie na základních školách.
- Rusek, M., Chroustová, K., Bílek, M., Skřehot, P. A., & Hon, Z. (2020). Conditions for Experimental Activities at Elementary and High Schools from Chemistry Teachers' Point of View. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, 25(1-2), 93-100.
- Rusek, M., Chytrý, V., & Honskusová, L. (2019). The Effect Of Lower-Secondary Chemistry Education: Students' Understanding To The Nature Of Chemistry And Their Attitudes. *Journal of Baltic Science Education*, 18(2), 286.
- Sikorová, Z. (2007). *Hodnocení a výběr učebnic v praxi*. Ostravská univerzita v Ostravě.
- Skřehot, P. A., Marek, J., Hon, Z., Melicharová, J., Bílek, M., & Chroustová, K. (2019). Bezpečnost dětí při provádění chemických experimentů ve škole a při mimoškolní činnosti.
- Solárová, M. (2011). Domácí chemické pokusy. *Ostrava: OU*.
- Sotáková, I., Ganajová, M., & Babincáková, M. (2020). Inquiry-Based Science Education as a Revision Strategy. *Journal of Baltic Science Education*, 19(3), 499-513.
- Stratilová Urválková, E. (2013). Počítačem podporované experimenty ve výuce chemie na střední škole.

- Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1-34.
- Stuchlíková, I. (2010). O badatelsky orientovaném vyučování. *Didaktika biologie v České republice*, 129-135.
- Svoboda, L. (2004). *Internetová video-databáze chemických pokusů*.
<http://kch.zf.jcu.cz/didaktika/didaktika.htm>
- Svoboda, L., Kajliková, K., & Dadáková, E. (2011). New Chapters in an Internet Video Databasis of Chemical Experiments. *Chemické listy*, 105(7).
- SZeŠ a SOU CHKT, Kostelec nad Orlicí. (2018). *ŠVP Agropodnikání*
<https://www.szeskostelec.cz/pro-uchazece/obory/prirodovedne-obory/agropodnikani/>
- Škoda, J., & Doulík, P. (2009). Lesk a bída školního chemického experimentu. *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX. Research, Theory and Practice in Chemistry Didactics XIX*, 1, 238-245.
- Trna, J. (2004). Fyzika v jednoduchých pokusech. *DIDFYZ 2004. Information and Communication Technologies in Physics Education*, 167-171.
- Trna, J. (2014). *New roles of simple experiments in science education*. Paido.
- Trtílek, J., Borovička, J., & Hofmann, V. (1973). *Školní chemické pokusy: Návodná kniha k experimentální výuce chemie na školách 1. a 2. cyklu*. SPN.
- Tüysüz, C. (2010). The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement and Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(1).
- van den Berg, E. (2013). The PCK of laboratory teaching: Turning manipulation of equipment into manipulation of ideas. *Scientia in educatione*, 4(2), 74-92.
- Vávra, J. (2015). Revidovaná Bloomova taxonomie v českém vzdělávání. Conference Paper,
- Veselský, M., & Hrubíšková, H. (2009). Zájem žáků o učební předmět chemie. *Pedagogická orientace*, 19(3), 45-64.
- Vojíš, K., & Rusek, M. (2021). Preferred chemistry curriculum perspective: Teachers' perception of lower-secondary school textbooks. *Journal of Baltic Science Education*, 20(2).

VOŠ a SZeŠ, Benešov. (2021). *ŠVP Agropodnikání* <https://www.zemsbn.cz/svp--podnikani-v-zemedelstvi>

Yunus, F. W., & Ali, Z. M. (2012). Urban students' attitude towards learning chemistry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 68, 295-304.

Zámečnicková, V. (2013). Badatelsky orientovaná výuka se zaměřením na obecnou a anorganickou chemii. Metodologické přístupy v pedagogických a psychologických doktorských výzkumech. Recenzovaný sborník z doktorské konference konané dne,

Zhou, Q., Huang, Q., & Tian, H. (2013). Developing students' critical thinking skills by task-based learning in chemistry experiment teaching. *Creative Education*, 4(12), 40.

8 Seznam příloh

Příloha 1 Přehled laboratorního nádobí a pomůcek	90
Příloha 2 Revidovaná Bloomova taxonomie	94
Příloha 3 Hodnocení pokusů – Chemie pro střední školy (Beneš, Banýr)	95
Příloha 4 Hodnocení laboratorních cvičení – Chemie pro střední školy (Beneš, Banýr).....	97
Příloha 5 Hodnocení pokusů – Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření (Blažek, Fabini).....	98
Příloha 6 Hodnocení laboratorních cvičení – Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření (Blažek, Fabini).....	99
Příloha 7 Hodnocení pokusů – Studium chemie (Přírodovědecká fakulta UK)	100
Příloha 8 Hodnocení pokusů – video databáze (ZF JU).....	102

9 Seznam obrázků

Obrázek 1 Výsledky na dílčích škálách přírodovědné gramotnosti ve vybraných zemích (Blažek & Příhodová, 2016).	11
Obrázek 2 Klasifikace školních chemických pokusů (Pachmann et al., 1968).	19
Obrázek 3 Výstražné symboly – piktogramy (Novák & Ventura, 2011).	34

10 Seznam tabulek

Tabulka 1 Přehled počtu teoretických a praktických hodin uvedených v ŠVP jednotlivých škol.	15
Tabulka 2 Úrovně IBSE v závislosti na účasti učitele (ano) doplněné o synergické bádání (Buck et al., 2008; Kuntzleman, 2019)	27
Tabulka 3 Přehled legislativy platné v ČR (Holzhauser & Matuška, 2019a)	33
Tabulka 4 Změny kognitivních procesů v Bloomově taxonomii (Vávra, 2015)	37
Tabulka 5 Přehled úrovní znalostní dimenze (Vávra, 2015)	38
Tabulka 6 Plnění kritérií žákovských pokusů – transparentnost, praktický život, řešení problémů	44
Tabulka 7 Plnění kritérií žákovských pokusů – materiální jednoduchost, technická, časová a ekonomická nenáročnost.....	45
Tabulka 8 Plnění kritérií laboratorních cvičení – transparentnost, praktický život, řešení problémů	47
Tabulka 9 Plnění kritérií laboratorních cvičení – materiální jednoduchost, technická, časová a ekonomická nenáročnost.....	48
Tabulka 10 Přehled úrovní badatelství u laboratorních cvičení.....	49
Tabulka 11 Úrovně dimenze kognitivních procesů a znalostí u laboratorních cvičeníh..	50
Tabulka 12 Plnění kritérií žákovských pokusů – transparentnost, praktický život, problémovost.	52
Tabulka 13 Plnění kritérií žákovských pokusů – materiální jednoduchost, technická, časová a ekonomická nenáročnost.....	53
Tabulka 14 Využitelnost pokusů z hlediska fáze výuky.	54
Tabulka 15 Přehled úrovní badatelství u žákovských pokusů.	54
Tabulka 16 Úrovně dimenze kognitivních procesů a znalostí u žákovských pokusů	55
Tabulka 17 Plnění kritérií laboratorních cvičení – transparentnost, praktický život, řešení problému.	56
Tabulka 18 Plnění kritérií laboratorních cvičení – materiální jednoduchost, technická, časová a ekonomická nenáročnost.....	57
Tabulka 19 Úrovně dimenze kognitivních procesů a znalostí u laboratorních cvičeníh.	58
Tabulka 20 Plnění kritérií pokusů – transparentnost, praktický život, řešení problémů.	60
Tabulka 21 Plnění kritérií pokusů – transparentnost, praktický život, řešení problémů.....	61
Tabulka 22 Využitelnost pokusů z hlediska fáze výuky	62









Tabulka 23 Plnění kritérií pokusů – transparentnost, praktický život, řešení problémů.	64
Tabulka 24 Plnění kritérií pokusů – materiální jednoduchost, technická, časová a ekonomická nenáročnost.	65
Tabulka 25 Úrovně dimenze kognitivních procesů a znalostí.	66
Tabulka 26 Přehled plnění kritérií u pokusu "Důkaz organogenních prvků (C)"	73
Tabulka 27 Přehled plnění kritérií u pokusů v jednotlivých zdrojích.	74
Tabulka 28 Plnění kritérií u pokusu v jednotlivých zdrojích.....	74

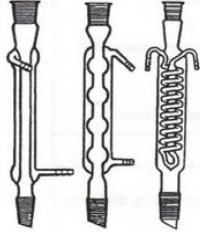

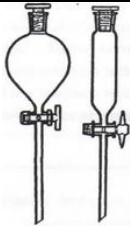
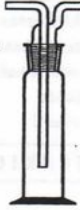




11 Seznam grafů










Graf 1 Počet pokusů v učebnici Chemie pro střední školy.....	43
Graf 2 Porovnání žákovských pokusů a laboratorních cvičení z hlediska badatelství.....	49
Graf 3 Počet pokusů v učebnici Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření.	51
Graf 4 Počet pokusů na internetové stránce Studium chemie.....	59
Graf 5 Počet pokusů ve video databázi	63
Graf 6 Počet pokusů ze všech oborů v analyzovaných zdrojích.....	67
Graf 7 Srovnání počtu transparentních pokusů v analyzovaných zdrojích.	68
Graf 8 Srovnání počtu pokusů propojených s praktickým životem.	69
Graf 9 Srovnání počtu pokusů vyžadujících řešení problému.	70
Graf 10 Úrovně badatelství v analyzovaných zdrojích.	71
Graf 11 Srovnání dimenze kognitivních procesů u pokusů uvedených v jednotlivých zdrojích.	72

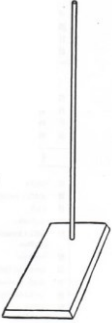
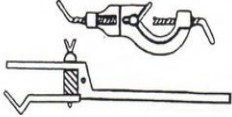



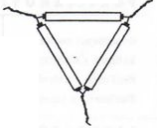

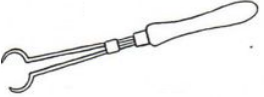

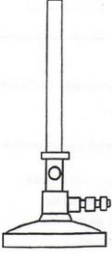
12 Přílohy

Příloha 1 Přehled laboratorního nádobí a pomůcek

Varné sklo	Zkumavka	
	Alonž	
	Kádinka	
	Titrační baňka	
	Varná baňka	
Varné sklo	Frakční baňka	
	Erlenmeyerova baňka	
	Destilační baňka	

	Chladič	
	Trubice U	
Technické sklo	Dělicí nálevka	
	Promývací baňka	
	Odsávací baňka	
Technické sklo	Nálevka	
	Exsikátor	
	Prachovnice	

	Reagenční láhev	
Odměrné sklo	Pipeta	
	Byreta	
	Odměrná baňka	
	Odměrný válec	
Porcelánové nádobí	Odpařovací miska	
Porcelánové nádobí	Žihací kelímek	
	Třecí miska s tloučkem	
	Büchnerova nálevka	

Laboratorní pomůcky	stojan	
	Držáky a svorky	
	kruh	
	trojnožka	
	Sítka s azbestem	
	Triangl	
	Chemické kleště	
Laboratorní pomůcky	Držák na zkumavky	
	Lžička na chemikálie	
	Kahan	

Dimenze kognitívnych procesů		Alternatívni vyjadřeni	Definice
Zapamatovat si	Znovupoznání	Identifikování	Lokalizování znalostí z dlouhodobé paměti
	Vybavování	Vyvolání z paměti	Vyvolání znalostí z dlouhodobé paměti
Porozumět	Interpretování	Převádění	Převádění z jedné vyjadřovací formy do druhé, parafrázovat veřejné projevy, dokumenty
		Vyjadřování	
		Parafrázování	
		Zjednodušování	
	Dokládání příkladem	Ilustrování	Ilustrování pojmu, zákonitosti příkladem
		Uvádění příkladu	
	Klasifikování	Kategorizování	Určování, že něco patří do určité kategorie
		Zařazování	
	Sumarizování	Abstrahování	Formulování hlavní myšlenky, východisek
		Zobecňování	
	Usuzování	Odvozování závěrů	Odvozování logických závěrů z daných informací
		Interpolování	
		Extrapolování	
Předikování			
Srovnávání	Porovnávání	Určování shod a rozdílů mezi dvěma myšlenkami, předměty, jevy	
	Mapování		
	Přiřazování		
Vysvětlování	Konstruování modelů	Konstruování kauzálního modelu situace nebo systému	
Aplikovat	Aplikování	Používání postupů	Aplikování známých postupů při řešení běžných úloh
	Implementování	Využívání	Aplikování známých postupů v nových situacích
Analyzovat	Rozlišování	Odlišování	Odlišování podstatných a nepodstatných částí celku
		Diferencování	
		Vybírání	
	Strukturování	Vyhledávání souvislostí	Určování místa nebo funkce prvků uvnitř struktury
		Uspořádávání	
		Rozebírání	
Přisuzování	Dekonstruování	Vymezování stanoviska, zkreslení, přisouzení hodnoty, záměru předloženého sdělení	
Hodnotit	Ověřování	Přezkoumávání	Odhalování omylů v procesu nebo výsledku poznání, stanovování, zda jsou výsledky v souladu s kritérii
		Testování	
		Monitorování	
Posuzování	Vyjadřování kritických soudů	Odhalování nesouladu mezi závěry a zvějšku danými kritérii, zda je postup při řešení problému vhodný	
Tvořit	Generování	Formulování hypotéz	Formulování alternativních hypotéz založených na vymezených kritériích
	Plánování	Navrhování	Navrhování postupu pro řešení problému
		Projektování	
Vytváření	Konstruování	Vytváření originálních děl	

Hodnocení pokusů - Chemie pro střední školy (Beneš, Banýr)											
Číslo pokusu	Název pokusu	Transparentnost	Praktický život	Řešení problému	Materiální jednoduchost	Technická nenáročnost	Časová nenáročnost	Ekonomická nenáročnost	Fáze výuky	Badatelství	Bloomova taxonomie
1.	Důkaz organogenních prvků (C, H)	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
2.	Důkaz vlastností organických látek	ano	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
3.	Příprava a hoření methanu	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
4.	Fotochemická reakce methanu	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
5.	Příprava a bromace ethynu	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
6.	Oxidace ethynu	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
7.	Hoření arenů	ano	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
8.	Důkaz vlastností arenů	ano	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
9.	Reakce bromu s benzenem	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
10.	Vlastnosti anilínu	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
11.	Bromace anilínu	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost

12.	Vznik azosloučenin při identifikaci dusíku ve vodě	ne	ano	ano	ne	ano	ano	ano	aplikace	strukturované	porozumět znalost konceptů
13.	Reakce alkoholu se sodíkem (polarita vazby)	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
14.	Oxidace primárního alkoholu	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ne	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
15.	Oxidace alkoholů	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ne	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
16.	Reakce fenolů	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
17.	Redukční vlastnosti aldehydů	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ne	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
18.	Esterifikace karboxylových kyselin	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
19.	Složení plastů	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
20.	Tvorba plastů	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
21.	Rozklad fenoplastů	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
22.	Důkaz chloru v PVC	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
23.	Detergenty	ano	ano	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost

Hodnocení laboratorních cvičení – Chemie pro střední školy (Beneš, Banýr)											
Číslo pokusu	Název pokusu	Transparentnost	Praktický život	Řešení problému	Materiální jednoduchost	Technická nenáročnost	Časová nenáročnost	Ekonomická nenáročnost	Fáze výuky	Badatelství	Bloomova taxonomie
1.	Modely molekul	ne	ne	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	strukturované	aplikovat procedurální znalost
2.	Důkaz organogenních prvků (C, H)	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	porozumět znalost konceptů
3.	Důkaz organogenních prvků (N)	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	porozumět znalost konceptů
4.	Důkaz organogenních prvků (S)	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	porozumět znalost konceptů
5.	Důkaz organogenních prvků (P)	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ne	fixace	potvrzující	porozumět znalost konceptů
6.	Důkaz organogenních prvků (halogeny)	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	porozumět znalost konceptů
7.	Příprava acetylenu, důkaz vlastností	ne	ne	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat znalost konceptů
8.	Oxidace ethanolu	ne	ne	ano	ne	ano	ano	ne	fixace	strukturované	porozumět znalost konceptů
9.	Příprava a hydrolýza ethylesteru kyseliny octové	ne	ano	ano	ano	ne	ano	ano	fixace	strukturované	aplikovat znalost konceptů
10.	Určení plastů	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	strukturované	porozumět znalost konceptů

Hodnocení pokusů – Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření (Blažek, Fabini)											
Číslo pokusu	Název pokusu	Transparentnost	Praktický život	Řešení problému	Materiální jednoduchost	Technická nenáročnost	Časová nenáročnost	Ekonomická nenáročnost	Fáze výuky	Badatelství	Bloomova taxonomie
1.	Alkany – oxidace benzinu	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	aplikace	potvrzující	porozumět znalost konceptů
2.	Příprava a bromace ethenu	ne	ne	ano	ne	ano	ano	ne	fixace	strukturované	aplikovat znalost konceptů
3.	Příprava a bromace ethynu	ne	ne	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat znalost konceptů
4.	Sublimace naftalenu	ne	ne	ano	ano	ano	ano	ano	fixace, expozice	strukturované	porozumět znalost konceptů
5.	Příprava a bromace ethenu z alkoholu	ne	ne	ano	ano	ano	ano	ano	expozice	strukturované	aplikovat znalost konceptů
6.	Reakce fenolu s chloridem železitým	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	zapamatovat znalost faktů
7.	Oxidace aldehydů	ano	ne	ano	ano	ano	ano	ano	fixace, expozice	strukturované	porozumět znalost konceptů
8.	Důkaz aldehydu Fehlingovým činidlem	ne	ne	ano	ne	ano	ano	ne	fixace	potvrzující	zapamatovat znalost faktů
9.	pH kyseliny octové	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	fixace, expozice	strukturované	porozumět znalost konceptů
10.	Rozklad kyseliny mravenčí	ne	ne	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	strukturované	aplikovat znalost konceptů
11.	Esterifikace karboxylových kyselin	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	strukturované	aplikovat znalost konceptů
12.	Vlastnosti silonu	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	strukturované	porozumět znalost konceptů

Hodnocení laboratorních cvičení - Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření (Blažek, Fabini)											
Číslo pokusu	Název pokusu	Transparentnost	Praktický život	Řešení problému	Materiální jednoduchost	Technická nenáročnost	Časová nenáročnost	Ekonomická nenáročnost	Fáze výuky	Badatelství	Bloomova taxonomie
1.	Důkaz organogenních prvků (C)	ano	ne	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	strukturované	analyzovat znalost konceptů
2.	Důkaz organogenních prvků (C, H)	ne	ne	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	strukturované	analyzovat znalost konceptů
3.	Důkaz organogenních prvků (N)	ne	ne	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	strukturované	analyzovat znalost konceptů
4.	Příprava ethylenu, důkaz vlastností	ne	ne	ano	ano	ne	ne	ano	fixace	potvrzující	porozumět znalost konceptů
5.	Příprava acetyleny, důkaz vlastností	ne	ne	ano	ne	ne	ne	ne	fixace, expozice	strukturované	analyzovat znalost konceptů
6.	Zkoumání vlastností karboxylových kyselin	ne	ano	ano	ano	ne	ne	ano	fixace, expozice	strukturované	porozumět znalost konceptů
7.	Příprava esterů, důkaz vlastností	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	strukturované	aplikovat znalost konceptů

Hodnocení pokusů – Studium chemie (Přírodovědecká fakulta UK)											
Číslo pokusu	Název pokusu	Transparentnost	Praktický život	Řešení problému	Materiální jednoduchost	Technická nenáročnost	Časová nenáročnost	Ekonomická nenáročnost	Fáze výuky	Badatelství	Bloomova taxonomie
1.	Propan-butan	ano	ano	ne	ano	ano	ano	ano	motivace, fixace, expozice	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
2.	Bromace hexanu	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ne	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
3.	Spalování uhlovodíků	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
4.	Nehořlavý kapesník	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	motivace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
5.	Oxidace alkoholů dichromanem	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
6.	Oxidace alkoholů manganistanem	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
7.	Rozpustnost fenolů ve vodě a NaOH	ano	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
8.	Bromace fenolu	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
9.	Reakce methylaminu, amoniaku, anilinu	ano	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
10.	Nitrocelulosa	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	motivace, fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
11.	Pěnová sopka	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	motivace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost

12.	Reakce karboxylových kyselin s Mg	ano	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
13.	Redukční vlastnosti HCOOH	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
14.	Esterifikace	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
15.	Příprava kyseliny acetylsalicylové	ne	ano	ne	ne	ano	ano	ne	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
16.	Syntéza nylonu	ne	ano	ne	ne	ne	ano	ne	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
17.	Rozpustnost polystyrenu v acetonu	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost
18.	Depolymerace silonu	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat procedurální znalost

Hodnocení pokusů – video databáze (ZF JU)											
Číslo pokusu	Název pokusu	Transparentnost	Praktický život	Řešení problému	Materiální jednoduchost	Technická nenáročnost	Časová nenáročnost	Ekonomická nenáročnost	Fáze výuky	Badatelství	Bloomova taxonomie
1.	Důkaz organogenních prvků (C)	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	porozumět znalost konceptů
2.	Příprava a hoření methanu	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	strukturované	hodnotit znalost konceptů
3.	Příprava bromethanu z alkoholu	ne	ano	ano	ne	ne	ne	ne	fixace	potvrzující	hodnotit znalost konceptů
4.	Příprava ethenu	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	porozumět znalost konceptů
5.	Příprava a bromace ethenu	ne	ne	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat znalost konceptů
6.	Příprava ethynu	ne	ano	ano	ne	ano	ano	ne	fixace	potvrzující	aplikovat znalost konceptů
7.	Sublimace naftalenu	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	porozumět znalost konceptů
8.	Spalování uhlovodíků	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	strukturované	porozumět znalost konceptů
9.	Oxidace ethanolu	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	porozumět znalost konceptů
10.	Reakce Na s alkoholem	ne	ne	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	strukturované	porozumět znalost konceptů
11.	Reakce fenolů	ano	ne	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	aplikovat znalost konceptů
12.	Příprava kyseliny acetylsalicylové	ne	ano	ano	ne	ne	ne	ne	fixace	potvrzující	zapamatovat znalost faktů
13.	Esterifikace	ne	ano	ano	ne	ne	ne	ne	fixace	strukturované	porozumět znalost konceptů
14.	Fluorescein	ne	ano	ano	ne	ano	ano	ne	motivace	strukturované	porozumět znalost konceptů
15.	Škodliviny v cigaretovém kouři	ne	ano	ano	ne	ano	ano	ne	fixace	potvrzující	porozumět znalost konceptů

16.	Mýdlo a povrchové napětí	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ano	fixace	potvrzující	porozumět znalost konceptů
------------	--------------------------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--------	-------------	----------------------------