



PODKLADOVÁ STUDIE

Chemie

Editoři: Svatava Janoušková,
Martin Rusek, Martina Černá

PODKLADOVÁ STUDIE

Chemie

*Autorský kolektiv: Zuzana Bobková,
Martina Černá, Hana Čtrnáctová, Svatava
Janoušková, Bořivoj Jodas, Iva Kubištová,
Miroslav Pražienka, Martin Rusek.*

NÚV, Praha 2019

Podkladová studie

Chemie

Editoři: Svatava Janoušková, Martin Rusek, Martina Černá

**Autorský kolektiv (podle abecedního pořadí): Zuzana Bobková, Martina Černá, Hana Čtrnáctová,
Svatava Janoušková, Bořivoj Jodas, Iva Kubištová, Miroslav Pražienka, Martin Rusek**

Obsah

1	Preprimární a primární vzdělávání v chemii.....	4
1.1	Přírodovědné vzdělávání a přírodovědná gramotnost v období preprimárního a primárního vzdělávání	4
1.2	Role chemie v mezinárodních kurikulech na základě analýzy koncepce přírodovědné části šetření mezinárodního výzkumu TIMSS (4. ročník)	6
1.3	Role chemie v národních vymezeních a vazba na stávající rámcové vzdělávací programy	8
1.3.1	Dimenze 1	8
1.3.2	Dimenze 2	9
1.3.3	Dimenze 3	9
2	Nižší sekundární vzdělávání v chemii.....	11
2.1	Přírodovědné vzdělávání a přírodovědná gramotnost v období nižšího sekundárního vzdělávání	11
2.2	Role chemie v mezinárodních kurikulech na základě analýzy koncepce přírodovědné části šetření mezinárodního výzkumu TIMSS (8. ročník)	15
2.2.1	Složení látek.....	16
2.2.2	Vlastnosti látek	16
2.2.3	Chemické změny	17
2.3	Příležitosti pro výuku chemie ve vazbě na národní vymezení přírodovědné gramotnosti	18
2.3.1	Osvojování si a používání základních prvků pojmového systému přírodních věd žákem v nižším sekundárním vzdělávání ve výuce chemie.....	18
2.3.2	Osvojování si a používání metod a postupů přírodních věd v nižším sekundárním vzdělávání ve výuce chemie	19
2.3.3	Osvojování si a používání způsobů hodnocení přírodovědného poznávání v nižším sekundárním vzdělávání ve výuce chemie	22
2.3.4	Osvojování si a využívání interakcí přírodovědného poznávání s dalšími obory lidského poznání ve výuce chemie v nižším sekundárním vzdělávání	24
3	Vyšší všeobecné sekundární vzdělávání v chemii	27
3.1	Přírodovědné vzdělávání a přírodovědná gramotnost v období vyššího všeobecného sekundárního vzdělávání.....	27
3.2	Příležitosti pro výuku chemie ve vazbě na národní vymezení přírodovědné gramotnosti	31
3.2.1	Osvojování si a používání základních prvků pojmového systému přírodních věd žákem ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání ve výuce chemie	31
3.2.2	Osvojování si a používání metod a postupů přírodních věd ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání ve výuce chemie	32
3.2.3	Osvojování si a používání způsobů hodnocení přírodovědného poznávání ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání ve výuce chemie.....	34
3.2.4	Osvojování si a využívání interakcí přírodovědného poznávání s dalšími obory lidského poznání ve výuce chemie ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání	35

4	Střední odborné vzdělávání v chemii.....	37
4.1	Diferenciace středních odborných škol s ohledem na výuku chemie	37
4.2	Přírodovědné vzdělávání na oborech bez přírodovědného zaměření	39
4.2.1	Osvojování si a používání základních prvků pojmového systému přírodních věd žákem ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání ve výuce chemie	40
4.2.2	Osvojování si a používání metod a postupů přírodních věd ve středním odborném vzdělávání	41
4.2.3	Osvojování si a používání způsobů hodnocení přírodovědného poznávání ve středním odborném vzdělávání ve výuce chemie	42
4.2.4	Osvojování si a využívání interakcí přírodovědného poznávání s dalšími obory lidského poznání ve výuce chemie ve středním odborném vzdělávání	42
5	Návrh na revidované RVP pro vzdělávací obor Chemie ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda.....	43
5.1	Návrh změn v celkové koncepci vzdělávání	43
5.1.1	Zavedení kompetence v oblasti přírodních věd a technologií.....	43
5.1.2	Cílové zaměření oblasti Člověk a příroda reflektující nastavení přírodovědné gramotnosti z národní úrovně	45
5.1.3	Zpřesnění vzdělávacího obsahu kurikula.....	46
5.2	Návrh na hlavní změny v požadovaných výsledcích učení žáků.....	47
5.3	Návrh na způsoby hodnocení požadovaných výsledků učení žáků.....	48
5.4	Konkretizace návrhů na revizi RVP pro vzdělávací obor Chemie	49
5.4.1	Zpřesnění vzdělávacího oboru Chemie v nastavení výstupů i v učivu	49
5.4.2	Propojení vzdělávacího obsahu Chemie s běžným životem a navázání na další vzdělávací obory	49
5.4.3	Apel na rozvoj čtenářské gramotnosti (komunikační gramotnosti) v souvislosti s osvojením přírodovědné gramotnosti.....	50
6	SWOT analýza pro účely revize a inovace RVP pro vzdělávací obor Chemie	51
7	Použité informační zdroje.....	53
7.1	Tištěné dokumenty	53
7.2	Elektronické dokumenty.....	58

1 Preprimární a primární vzdělávání v chemii

Autoři: Svatava Janoušková, Martin Rusek

1.1 Přírodovědné vzdělávání a přírodovědná gramotnost v období preprimárního a primárního vzdělávání

Přírodovědné vzdělávání dětí v období preprimárního a primárního vzdělávání stojí ve středu intenzivnějšího zájmu didaktiků přírodních věd od počátku 21. století. Pozornost se upírá zejména k možnosti rozvoje přírodovědné gramotnosti dětí v tomto období.

Názory na optimální rozvoj přírodovědného vzdělávání, resp. přírodovědné gramotnosti dětí nejsou jednotné. V současnosti je výuka přírodních věd v období preprimárního a primárního vzdělávání, i v období pozdějším, celosvětově poměrně značně ovlivněna konstruktivistickým přístupem. Sociokonstruktivistický přístup preferuje konkrétní kontext, ve kterém žák získává určitou informaci, a to i za předpokladu, že si žáci vytvoří ve stejném kontextu o pozorovaném objektu, jevu či procesu vlastní, unikátní představu (viz např. Clément, 2003). Při bližší analýze zahraničních výukových materiálů pro předškolní a rané školní vzdělávání je tento směr dobře patrný (v ČR např. portál badatele.cz).

Sociokonstruktivistický přístup k rozvoji přírodovědného vzdělávání však někteří autoři vidí jako problematický. Domnívají se totiž, že se při takovém přístupu tvoří u dětí základ pro tvorbu mylných představ, tzv. miskonceptů. Argumentují, že je velmi složité a často nemožné pochopit pozorovaný fakt dětmi vědecky správně a navíc je obtížné i ze strany vyučujících řadu jevů vysvětlit srozumitelně. Dítě je totiž teprve na samém počátku rozvoje myšlení. Navíc, pokud je u dětí chybná myšlenka již vytvořena, v budoucnu se jen těžko odstraňuje.

Nejčastěji uváděné argumenty podporující zavedení vzdělávání v přírodních vědách již v raném vzdělávání jsou dva. Prvním argumentem je skutečnost, že přírodní vědy umožňují porozumět zákonitostem, jimiž se řídí objekty či děje reálného světa, v němž děti žijí, a k jejichž poznávání a pozorování přirozeně tíhnou. U dětí je tedy možné rozvíjet specifické kognitivní dovednosti, jako například kladení smysluplných otázek, popis pozorovaných faktů (vlastností, procesů) a komunikaci o nich. Druhým argumentem je skutečnost, že při výuce přírodních věd je možné rozvíjet také specifické motorické dovednosti, kterými je například schopnost manipulace s předměty a látkami, což děti v daném věku vnímají jako zábavné a zajímavé (viz např. Eshach, 2006; Eshach, Fried, 2005; Osborne, Dillon, 2008; Osborne, Witrock, 2003; Bruce et al., 1997). Někteří autoři uvádějí ještě třetí argument, a tím je rozvoj pozitivního

postoje žáků k přírodním vědám (Gustafson, Guilbert, MacDonald, 2002; Van Driel, Beijaard, Verloop, 2001). Ten se promítá jednak v možnosti budování sebedůvěry žáků ve vlastní schopnosti zvládat přírodní vědy (blíže viz Janoušková et al., 2014), jednak v možnosti využívat nabyté poznatky v dalším studiu přírodních věd (blíže viz Osborne, Freyberg, 1985).

V zásadě v souladu s těmito argumenty vytyčují Harlen a Qualter (2004) cíle přírodovědného vzdělávání, resp. dimenze přírodovědné gramotnosti v úrovni primárního vzdělávání. Těmi jsou:

1. pojmy a představy, které napomáhají pochopit přírodovědné aspekty v okolním světě a které umožňují propojit nové zkušenosti s tím, co již žáci o okolním světě vědí;
2. mentální procesy a praktické dovednosti, které nabývají žáci tím, že získávají a interpretují informace o okolním světě a využívají je k dalšímu budování vědomostí a pochopení světa kolem nich;
3. postoje, které se promítají do ochoty zabývat se poznáváním, uvažováním a učením se přírodním vědám a směřují rovněž k budování sebevědomí ve vztahu k nim;
4. pochopení povahy a omezení přírodovědného poznávání.

Určité podobné dimenze ve vymezení přírodovědné gramotnosti nabízí také kolektiv autorů (blíže viz Janoušková et al., 2014), který vychází z vymezení přírodovědné gramotnosti navržené pro úroveň nižšího sekundárního vzdělávání Výzkumným ústavem pedagogickým v Praze (blíže viz Faltýn et al., 2010). Toto vymezení obsahuje tři základní dimenze:

1. aktivní osvojení přírodních věd;
2. aktivní osvojení nejjednodušších metod přírodních věd;
3. aktivní osvojení a používání interakcí přírodovědného pozorování s dalšími obory lidského poznání.

Při bližší analýze obou vymezení jsou průniky mezi nimi zřetelné. Zdánlivě zásadnější rozdíl lze vysledovat jen u čtvrté dimenze, kterou v českém vymezení autoři neuvádějí. Ovšem i Harlen a Qualter (2004) tuto dimenzi uvádějí jako jakousi „doplňkovou“. V České republice se podobná dimenze zavádí až v úrovni nižšího sekundárního vzdělávání, neboť se pro úroveň preprimárního a primárního vzdělávání jeví jako příliš složitá.

Je tedy zřejmé, že uvažování o rozvoji přírodovědného vzdělávání na úrovni předškolního vzdělávání a primárního vzdělávání se minimálně ve vědecké rovině mezi Českou republikou a dalšími zeměmi nijak významněji neliší.

1.2 Role chemie v mezinárodních kurikulech na základě analýzy koncepce přírodovědné části šetření mezinárodního výzkumu TIMSS (4. ročník)

Jednou z možností pochopení toho, jak se v zahraničí reálně promítá obor chemie do vzdělávání v úrovni vzdělávání preprimárního a primárního, by byla analýza kurikul jednotlivých zemí. Jinou možností by bylo vycházet z rámce přírodovědného vzdělávání, který nabízí mezinárodní šetření TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study). Toto šetření má koncepci svého výzkumu postavenou na široce formulovaném kurikulu přírodních věd, které vzniklo analýzou obsahu přírodovědného vzdělávání zhruba 40 zemí světa (blíže viz Houang, Schmidt). Je tedy možné inspirovat se právě v této koncepci.

Výzkum TIMSS je určen pro žáky 4., resp. 8. tříd. V řadě zemí jsou tyto ročníky uzlovými body ve vzdělávání. Přírodovědná gramotnost pro nastavení kurikula může být inspirativní zejména z hlediska obsahové složky přírodovědného vzdělávání, která specifikuje oblasti učiva a obsah jednotlivých tematických okruhů v rámci přírodních věd (blíže viz ČŠI, 2017). Pro období preprimárního a primárního vzdělávání se jedná o 4. ročník.

Obsahová složka přírodních věd ve 4. ročníku se skládá ze tří tematických okruhů: *živá příroda, neživá příroda, nauka o Zemi*. Akcent na jednotlivé složky je v kurikulech kladen různě. Tematický okruh živé přírody, který tvoří zhruba 45 % testovaného času (odpovídá zhruba počtu řešených úloh), je zastoupen nejvíce. Znamená to, že je mu v tomto období vzdělávání věnována největší pozornost. Tematický okruh neživé přírody (propedeutika fyziky, chemie) je zastoupen 30 % testovaného času. Nauka o Zemi (propedeutika zeměpisu) je zastoupena 25 % testovaného času.

I když je tedy oblast neživé přírody v TIMSS/kurikulech zastoupena méně, svůj prostor v nich má. Tematický okruh neživá příroda je rozdělen do tří tematických celků:

- Třídění a vlastnosti látek
- Formy energie a jejich přenos
- Síla a pohyb

Z hlediska výuky chemie má největší význam tematický celek Třídění a vlastnosti látek. Ten je dále členěn na následující témata:

1. **Skupenství látek a jejich charakteristické rozdíly**, kde má žák být schopen (i) určit tři skupenství látek (pevné, kapalně, plynné); (ii) popsat, že pevné látky mají stálý tvar a objem, kapalně látky mají stálý objem, ale nemají stálý tvar, plynně látky nemají ani stálý tvar ani objem;
2. **Fyzikální vlastnosti látek jako základ pro jejich třídění**, kde má žák být schopen (i) porovnat a třídít předměty a látky na základě jejich fyzikálních vlastností (hmotnost, objem, skupenství, schopnost vést teplo nebo elektrický proud, plavání na vodním povrchu nebo klesnutí na dno); (ii) určit vlastnosti kovů (vedení elektrického proudu, vedení tepla) a přiřadit kovy k jejich užití; (iii) popsat příklady směsí a vysvětlit, jak mohou být rozděleny (přesívání, filtrace, odpařování, přitahování magnetem);
3. **Magnetická přitažlivost a odpudivost**, kde má žák být schopen (i) rozpoznat, že magnety mají severní a jižní pól a že se stejné póly odpuzují a opačné přitahují; (ii) rozpoznat, že magnety přitahují některé další látky a tělesa;
4. **Fyzikální změny pozorovatelné v každodenním životě**, kde má žák být schopen (i) rozpoznat, že látka přechází z jednoho skupenství do druhého zahříváním či ochlazováním; (ii) popsat změny ve skupenství vody (tání, tuhnutí, var, vypařování, kondenzace) a dát tyto změny do souvislosti se změnou teploty; (iii) určit způsoby, jakými lze dosáhnout rychlejšího rozpuštění látky v daném množství vody (teplota, míchání, plošný obsah povrchu látek) a porovnat koncentraci dvou roztoků s rozdílným množstvím rozpouštědla nebo rozpouštěné látky;
5. **Chemické změny pozorovatelné v každodenním životě**, kde má žák být schopen (i) určit pozorovatelné změny látek, které vedou k vytvoření nové látky s jinými vlastnostmi (tlení, hoření, rezivění, vaření).

Ačkoli některé poznatky žáků vyplývající z tohoto tematického celku stojí na pomezí fyziky a chemie, většina těchto poznatků je zásadní pro pochopení dalších pojmů, jevů či procesů v oboru chemie. Jako jakési průřezové téma pak může být ještě vnímáno téma, ve kterém má žák být schopen určit, které zemské zdroje jsou využívány v každodenním životě (např. voda, vítr, půda, dřevo, ropa, zemní plyn a minerály). Formálně je v šetření TIMSS nyní zařazeno téma pod tematickým celkem Struktura Země, fyzikální vlastnosti a zdroje tematického okruhu Nauka o Zemi. Velký přesah je zde však také do výuky chemie, tak jak je dále pojata v nižším sekundárním vzdělávání.

1.3 Role chemie v národních vymezeních a vazba na stávající rámcové vzdělávací programy

Také pro české prostředí došlo již k prvotnímu návrhu toho, co by se v rámci výuky přírodovědy mohlo jako propedeutika vzdělávání v chemii vyučovat. V článku týkajícím se přírodovědné gramotnosti a jejího rozvoje v období preprimárního a primárního vzdělávání se problematice věnovali Janoušková et al. (2014). Výčet za jednotlivé stanovené dimenze uvádíme níže. Učivo s bezprostřední vazbou na chemii je zvýrazněno tučně.

1.3.1 Dimenze 1

Dítě si aktivně osvojuje a bezchybně používá jednoduché základní prvky pojmového systému přírodních věd, popisující okolní prostředí, tedy:

- pojmy popisující okolní objekty (např. voda, vzduch, led, pára, kov, plast, dřevo, kapalina, plyn, rostlina, živočich, půda, hornina, části lidského těla);
- pojmy popisující vlastnosti objektů (např. jednoduché i složitější tvary), teplotu (teplý × studený), hmotnost (těžký × lehký), popis prostoru (zaujímá větší prostor × zaujímá menší prostor), rychlost (rychlý × pomalý);
- pojmy popisující okolní jevy, procesy (např. hoření včetně jeho intenzity – doutná, hoří málo, hoří hodně), působení sil na těleso (deformuje se, nemění tvar, rozpadne se, posune se), změnu skupenství (tuhne, kapalní, odpařuje se), základní fyziologické procesy organismů (roste, dýchá, přijímá potravu, odumírá/umírá apod.);
- **dítě si začíná uvědomovat první zákonitosti v přírodě** (např. přitahování těles k zemi – pád), **vliv teploty na skupenství látek (led – voda – pára)**, střídání ročních období,

základní představy o vzniku půdy, vztahy mezi organismy a prostředím (potravní řetězce, vzájemnou závislost organismů).

1.3.2 Dimenze 2

Dítě si aktivně osvojuje nejjednodušší metody přírodních věd, tedy:

- provádí jednoduchá pozorování (např. změna skupenství, změna tvaru, změna rychlosti);
- provádí jednoduché experimentování – porovnávání, měření (např. porovná délky (delší × kratší), porovná objemy (více × méně), porovná barvy (světlejší × tmavší));
- provádí jednoduché vyvozování závěrů s mírnou nápomocí vyučujícího; např. při zamíchání se látka lépe rozpouští, při zahřátí na vyšší teplotu se voda odpařuje, těleso plave (v závislosti na druhu látky, z níž je vyrobeno, a velikosti povrchu);
- jednoduše formuluje problém (např. Proč při dané teplotě zmrzne celá lahev neochucené vody, zatímco limonáda je zmrzlá jen částečně?; Proč se auto při nárazu ve velké rychlosti do stromu deformuje více než při nárazu v malé rychlosti?).

1.3.3 Dimenze 3

Dítě si aktivně osvojuje a používá interakce přírodovědného pozorování s dalšími obory lidského poznání, tedy:

- používá základní znalosti pro řešení nejjednodušších běžných životních situací, které ho obklopují (např. volí vhodný oděv s ohledem na venkovní teplotu, správně odhaduje objem nádob – nepřelije kapalinu přes okraj nádoby, rozmíchání cukru v čaji);
- používá osvojené jednoduché pojmy v běžné komunikaci s dospělými i vrstevníky (jednotky času – rok, měsíc, hodina, minuta, včera, dnes, zítra, druhy skupenství – plyn, kapalina, tuhá látka);
- vytváří si díky pozorování okolního přírodního prostředí pozitivní vztah k němu (neničí ho, váží si ho, lépe rozumí významu čistoty ovzduší, vody, půdy pro kvalitu lidského života a správného fungování ekosystémů, chápe zodpovědnost lidí za prostředí).

Je patrné, že mezi českým vymezením a vymezením TIMSS existuje řada přesahů.

Je také zřejmé, že řada témat je obsažena rovněž v aktuální oblasti RVP PV (oblast Dítě a svět), resp. RVP ZV (oblast Člověk a příroda). Do budoucna lze tedy vycházet z těchto tří oblastí a případně je blíže specifikovat pro oblast chemie. To prozatím v RVP PV, resp. RVP ZV absentuje.

Praxe rovněž ukazuje, že v raném období přírodovědného vzdělávání je praktické propojovat přírodovědný obsah s dalšími obory, zejména předměty výchovného charakteru. Například kombinace s dramatickou výchovou či hudební výchovou umožňuje fixaci pojmů v rámci tzv. rhythm and rhyme (rytmus a rým), které napomáhají lepšímu zapamatování si vybraných pojmů (viz např. Wolfe, 2010). Obrazový záznam pozorovaných faktů jinou formou než písemným projevem je vhodný zejména u dětí v preprimárním a na samém začátku primárního vzdělávání, kdy písemný projev nezvládají vůbec nebo jen s obtížemi a grafické ztvárnění může napomoci fixaci sledovaných faktů a následně poznatků (viz např. přístup Pumpr et al., 2015).

2 Nižší sekundární vzdělávání v chemii

Autoři: Svatava Janoušková, Martin Rusek

2.1 Přírodovědné vzdělávání a přírodovědná gramotnost v období nižšího sekundárního vzdělávání

Na rozdíl od preprimárního a primárního vzdělávání má přírodovědné vzdělávání v nižším sekundárním vzdělávání dlouholetou tradici. Mohlo by se tedy zdát, že přístup k výuce přírodovědných předmětů je pevně zakotven a léty prověřen a jakékoli změny mohou vést k destabilizaci systému výuky. Situace je ovšem jiná, což vyplývá zejména ze skutečnosti, že Česká republika je součástí globálního světa, který se velmi dynamicky vyvíjí. To se odráží v nutnosti proměn (a to proměn poměrně rychlých) vzdělávacího obsahu přírodovědných oborů a do značné míry se to týká i metod a postupů využívaných ve výuce přírodovědných předmětů. Rychlé proměny kurikul však není možné řídit centrálně, neboť centrální změny jsou vždy dlouhodobé procesy. Proto je potřeba školám ponechat poměrně širokou autonomii v tvorbě jejich vlastních kurikul, vycházejících z rámcového centrálního kurikula. Otázkou však zůstává, jak by takové kurikulum (a v jaké míře obecnosti) mělo být nastaveno. Zkušenosti se zaváděním kurikulární reformy v České republice po roce 2004 ukazují, že shora řízená reforma může být funkční co do přípravy zamýšleného, státem deklarovaného kurikula, avšak realizovaného kurikula se nemusí vůbec dotknout.

Řada autorů (viz např. Osborne a Wittrock, 2003) dlouhodobě upozorňuje na skutečnost, že přírodovědné vzdělávání prochází krizí. Autoři konstatují, že po několik desetiletí se přírodovědné vzdělávání v zásadě potýká s absencí jasného paradigmatu, které by mělo stát v jeho základu. Významný odklon lze pozorovat od scientistického pojetí přírodních věd a zaměření se na témata přírodních věd se silnou sociální relevancí, tj. na témata, která mají potenciál být využívána žákem v jeho praktickém životě – pro jeho profesi i zodpovědné chování vůči přírodnímu i sociálnímu prostředí, při rozhodovacích procesech i jeho životě v postupně se globalizujícím světě (blíže viz Maršák, Janoušková, 2006). Většina evropských kurikul tento přístup zohledňovala a zohledňuje a také Česká republika využila tento přístup při tvorbě současně platného standardu vzdělávání – rámcových vzdělávacích programů. Tento přístup přetrvává ve většině zemí nadále a v zásadě je akceptován jak decizní sférou, tak veřejností.

Kromě silné sociální relevance vyučovaných témat přírodních věd se začal již od 90. let prosazovat názor, že přírodovědné vzdělávání by mělo být vysoce inovativní co do použitých metod a mělo by být do určité míry pojímáno interdisciplinárně, tj. mělo by docházet k propojení poznatků jednotlivých oborů vzdělávání. V přírodních vědách byl kladen důraz zejména na propojení přírodních věd s matematikou a technologiemi, případně inženýrstvím. V řadě států tak vzniklo nové hnutí známé pod akronymem STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics, v Německu pak MINT), které směřovalo k reformám ve výuce příslušných předmětů a jejich integrace, jež by vedly ke zvýšení zájmu studentů o výuku přírodovědných oborů. Je však třeba podotknout, že vymezení STEM není jednotné (Breiner, 2012). STEM je dále rozšiřován a je snaha o zavedení přístupu STEAM (k původním oborům přibyl ještě obor Arts). Arts přitom nelze chápat jen úzce, jako umění ve smyslu našich výchov (výtvarné, hudební a dramatické), ačkoli umění tvoření či prezentace je nedílnou součástí, ale obecněji jako doplnění STEM o humanitní obory. Arts jsou přitom vnímány zejména jako motivační prvek, který má ukázat úzký vztah mezi obory, které jsou na první pohled nesouvisející a mohou inspirovat k dalším novým odvětvím studia (blíže viz Martinez, 2017).

V České republice přístup STEM v kurikulu (RVP ZV) není přímo zmíněn, nicméně důraz na propojování poznatků jednotlivých oborů je v něm uveden. Propojení vzdělávacích obsahů jednotlivých oborů je také možné díky široké škále možností realizace vzdělávacího obsahu RVP ZV v zamýšlených (školních), resp. realizovaných kurikulech. Školy mají v současné době možnost slučovat celé obsahy vzdělávacích oborů uvedených v RVP ZV a vyučovat je v jediném předmětu, integrovat tematické okruhy jednoho či více vzdělávacích oborů do jediného vyučovaného předmětu či vyučovat vzdělávací obsah jednotlivých oborů odděleně (v tradičním pojetí předmětů). Bližší analýza ale poukazuje na formalismus v této oblasti. Například předmět Základy přírodovědného vzdělávání, vzniklý v reakci na zavedení přírodovědných vzdělávacích oborů do kurikula středních odborných škol, je v praxi pouhou hlavičkou, pod kterou jsou nadále vyučovány separované obory. Analogicky tomu může být v případě pojetí integrovaných předmětů na druhém stupni základních škol.

Velmi důležitou roli ve vývoji přírodovědného vzdělávání v 21. století a diskurzu o něm sehrávají mezinárodní průzkumy úrovně přírodovědného vzdělávání, resp. přírodovědné gramotnosti TIMSS a PISA (Program for International Students Assessment). Většina zemí přikládá těmto výzkumům velkou důležitost (někdy až příliš velkou; Štech, 2015), v některých zemích představují výsledky těchto průzkumů dokonce jeden z mála systémů monitorování

vzdělávacích výsledků žáků (Janoušková, 2015). K těmto zemím sice Česká republika nepatří, zveřejnění zpráv z výzkumů ve tříletých (PISA), resp. čtyřletých (TIMSS) cyklech však vždy přitáhne pozornost odborné veřejnosti, decizní sféry a do určité míry i laické veřejnosti. Oba výzkumy jsou z hlediska tvorby kurikula inspirující.

Výzkum TIMSS, jak bylo uvedeno, vychází při testování znalostí žáků z rámce tvořeného z většiny průnikem kurikul účastnících se zemí, blíže se jím zabýváme v následujícím oddílu, a to jak pro žáky čtvrtých, tak osmých ročníků.

Výzkum PISA naproti tomu vychází z tzv. konceptu **přírodovědné gramotnosti**, který je stanoven mezinárodním panelem odborníků (zaštitěných pod nadnárodní organizací OECD) pro úroveň 15letých žáků. Poslední rámec šetření PISA přitom stanovuje, že *přírodovědně gramotný jedinec je takový jedinec, který je schopen přemýšlet a jednat ve všech věcech souvisejících s přírodními vědami a jejich principy jako aktivní občan*. Proto musí být také vybaven dovednostmi, které toto umožňují (blíže viz OECD, 2017; Blažek, Příhodová, 2016).

Těmito dovednostmi jsou:

- **vědecké vysvětlování jevů** – tj. dovednost rozpoznávat, nabízet a hodnotit vysvětlení různorodých přírodních jevů a technologií;
- **vyhodnocování a navrhování přírodovědného výzkumu** – tj. dovednost popisovat a hodnotit přírodovědná zkoumání a navrhopvat vědeckovýzkumné otázky;
- **vědecky interpretovat data a důkazy** – tj. dovednost analyzovat a vyhodnocovat různé podoby dat, tvrzení a důkazů a vyvozovat odpovídající vědecké závěry (blíže viz Blažek, Příhodová, 2016).

I když je výzkum PISA velice významným nadnárodním šetřením, je potřeba k jeho výsledkům přistupovat obezřetně. Je nutné si uvědomit, že testovaný vzdělávací obsah nemusí korespondovat s národním kurikulem a obecné dovednosti, které má žák prokázat, tak nemusejí vždy vycházet z toho, co je vyučováno.¹ Testování PISA tak nemůže nahradit ověřování vzdělávacích výsledků žáků na národní úrovni, které by plně vycházelo z národního kurikula. Výsledky šetření jsou tak pouze jakýmsi upozorněním na možné problémy na národní úrovni, je však třeba tyto problémy dále detailněji analyzovat.

¹ Šetření PISA je podrobováno širší kritice také z hlediska metodologického (viz např. Štech, 2015). Tomuto se v rámci studie nebudeme věnovat, neboť je to pro revizi kurikula irelevantní.

Výzkum PISA je nicméně z pohledu revizí kurikula zajímavý v tom smyslu, že kategorie stanovené skupinou expertů z OECD v oblasti přírodovědné gramotnosti by se měly nějakým způsobem promítat do cílů národního vzdělávání, neboť ČR je součástí OECD, podobně jako EU. U vědomí si této skutečnosti byl na počátku druhé dekády 21. století pověřen Výzkumný ústav pedagogický v Praze vytyčením pojmů jednotlivých gramotností, včetně přírodovědné gramotnosti, pro národní úroveň (blíže viz Janoušková, Žák, Rusek, 2019). Vytyčení pojmu nemělo být pouhým přijetím definice, jak ji v daném období navrhovalo OECD, skupina expertů byla pověřena hlubší analýzou dané problematiky. Na základě činnosti expertní skupiny vzniklo následující vymezení přírodovědné gramotnosti (blíže viz Faltýn et al., 2010):

1) Aktivní osvojení si a používání základních prvků pojmového systému přírodních věd,

tedy:

- základních pojmů;
- základních zákonů, principů, hypotéz, teorií a modelů.

2) Aktivní osvojení si a používání metod a postupů přírodních věd:

- empirické metody a postupy:
 - systematické a objektivní pozorování;
 - měření;
 - experimentování.
- racionální metody a postupy:
 - formulace závěrů (např. hypotéz, vztahů) na základě analýzy, zpracování či vyhodnocení získaných dat (indukce);
 - vyvozování závěrů (např. předpovědí) z přírodovědných hypotéz, teorií či modelů (dedukce);
 - strategie identifikace problému či problémové situace a možnosti jejich řešení v přírodovědném zkoumání.

3) Aktivní osvojení si a používání způsobů hodnocení přírodovědného poznání:

- způsoby ověřování objektivitu, spolehlivosti a pravdivosti přírodovědných tvrzení (dat, hypotéz apod.);
- způsoby zjišťování chyb či zkreslování dat v přírodovědném zkoumání;
- způsoby kritického zhodnocení pseudovědeckých informací.

4) Aktivní osvojení si a používání způsobů interakce přírodovědného poznání s ostatními segmenty lidského poznání či společnosti:

- používání matematických prostředků v přírodovědném poznávání;
- používání dostupných prostředků moderních technologií v přírodovědném poznávání;
- využívání nabytých přírodovědných vědomostí a dovedností pro personální rozhodování při řešení nebo hodnocení různých praktických problémů či rozhodování o případné profesní orientaci;
- využívání nabytých přírodovědných vědomostí a dovedností k vyhodnocování objektivitu a pravdivosti různých informací v médiích;
- zaujímání racionálních postojů k různým aplikacím přírodovědných poznatků v praxi a důsledkům těchto aplikací pro člověka a jeho životní (přírodní a sociální) prostředí.

Toto vymezení je nejen ve značném souladu se šetřením PISA, kvalitativní analýza řady národních i nadnárodních dokumentů, jakož i odborných studií ukazuje, že takto pojatá přírodovědná gramotnost obsahuje všechny potřebné kategorie (dimenze), které by měly být rozvíjeny (Janoušková et al., 2018b). Navíc, jak bylo ukázáno v předchozí kapitole, pro takto pojatou gramotnost, tedy cíle vzdělávání, existuje dobrá vazba mezi preprimárním a primárním vzděláváním a nižším sekundárním vzděláváním. Shora uvedené vymezení tak lze brát jako základ pro stanovení cílů přírodovědného vzdělávání při revizích kurikula základního vzdělávání v budoucnosti.

2.2 Role chemie v mezinárodních kurikulech na základě analýzy koncepce přírodovědné části šetření mezinárodního výzkumu TIMSS (8. ročník)

Jelikož zatím nejsou k dispozici komparativní studie kurikul chemie základního vzdělávání, je možné za základ úvah o obsahu chemického vzdělávání vyjít opět z rámce výzkumu TIMSS. Na rozdíl od přírodovědy ve 4. ročníku má chemie svůj samostatný tematický okruh, který uvádíme níže (upraveno podle ČŠI, 2017).

Tematický okruh chemie obsahuje tři tematické celky:

- Složení látek;
- Vlastnosti látek;
- Chemické změny.

2.2.1 Složení látek

1. *Prvky, sloučeniny a směsi* – určit příklady prvků, sloučenin a směsí; rozlišit čisté látky (prvky a sloučeniny) od směsí (stejnorodých a různorodých) podle jejich složení.
2. *Struktura atomů a molekul* – popsat částicovou stavbu látek (atomy a molekuly); popsat, že atom je složen z elementárních částic (elektrony obíhají jádro, které je složeno z protonů a neutronů); popsat, že molekuly jsou složené z různých kombinací atomů.

2.2.2 Vlastnosti látek

1. *Fyzikální a chemické vlastnosti látek* – odlišit fyzikální a chemické vlastnosti látek; dát do souvislosti fyzikální vlastnosti látek s jejich využitím, například bod tání a varu, schopnost rozpouštět látky a tepelná vodivost; dát do souvislosti chemické vlastnosti látek s jejich využitím, například koroze, hořlavost.
2. *Fyzikální a chemické vlastnosti látek jako základ pro jejich klasifikaci* – třídít látky podle jejich fyzikálních vlastností, které mohou být demonstrovány nebo měřeny, jako jsou hustota, bod tání nebo varu, rozpustnost, magnetické vlastnosti a elektrická nebo tepelná vodivost; třídít látky podle jejich chemických vlastností (kovy/nekovy, kyseliny/zásady).
3. *Směsi a roztoky* – vysvětlit, jak mohou být fyzikální metody využity při oddělování složek směsí; popsat roztoky jako látky (pevné, kapalné či plynné) rozpuštěné v rozpouštědle; dát do souvislosti koncentraci roztoku s množstvím rozpuštěné látky a rozpouštědla; vysvětlit, jak teplota, míchání a plocha povrchu ovlivňují rychlost, jakou se rozpouštěná látka rozpouští.
4. *Vlastnosti kyselin a zásad* – rozpoznat běžné látky jako kyseliny nebo zásady na základě jejich vlastností; rozpoznat, že kyseliny i zásady barevně reagují s indikátory a mění při tom barvu; rozpoznat, že kyseliny a zásady se vzájemně neutralizují.

2.2.3 Chemické změny

1. *Znaky chemických přeměn* – rozlišit chemické změny od změn fyzikálních podle přeměny (reakce) jedné či více čistých látek (reaktantů) na jiné čisté chemické látky (produkty); podat důkaz (změna teploty, tvorba plynu, tvorba sraženiny, změna barvy nebo vyzáření světla), že došlo k chemické změně; rozpoznat, že v běžných oxidačních reakcích (hoření, koroze, ztráta lesku) je zapotřebí kyslík, a dát tyto reakce do souvislosti s každodenními událostmi, jako je hoření dřeva či ochrana kovů.
2. *Hmota a energie v chemických změnách* – rozpoznat, že hmota je v průběhu reakcí zachována, tedy že všechny atomy, které do reakce vstoupily, z ní zase vystupují, jen jsou uspořádány do nových sloučenin; rozpoznat, že při některých chemických reakcích se energie (teplo a/nebo světlo) uvolňuje a při jiných spotřebovává, roztrždit známé chemické změny (např. hoření, neutralizace nebo vaření) na ty, které teplo uvolňují, a na ty, které ho spotřebovávají.
3. *Chemické vazby* – rozpoznat, že chemická vazba představuje síly působící mezi atomy ve sloučenině a že se na vzniku chemické vazby podílejí elektrony atomů.

Některá témata, která jsou podle RVP ZV součástí vzdělávacího okruhu chemie, se vyskytují ještě v dalších tematických okruzích. Např. proces fotosyntézy a buněčného dýchání (včetně podmínek) je zahrnut v tematickém celku *Buňky a jejich funkce* v tematickém okruhu Přírodopis. *Role a funkce živin* je zahrnuta rovněž v tematickém okruhu Přírodopis, tematickém celku Lidské zdraví. Využívání přírodních zdrojů je zase řešeno v tematickém okruhu Věda o zemi, konkrétně v tematickém celku *Zemské zdroje, jejich využití a zachování*. Co v rámci TIMSS absentuje a je naopak přítomné v RVP ZV, jsou témata organická chemie, bezpečnost práce a některá environmentální témata (např. kyselá dešť). Jinak je v obecném smyslu poměrně značná shoda mezi oběma rámci. Jinými slovy, témata vzdělávacího oboru chemie jsou ve shodě s tím, co je průnikem kurikul mezinárodně, a některá témata jsou v ČR zařazena (a z našeho pohledu správně) nad tento rámec.

2.3 Příležitosti pro výuku chemie ve vazbě na národní vymezení přírodovědné gramotnosti

2.3.1 Osvojování si a používání základních prvků pojmového systému přírodních věd žákem v nižším sekundárním vzdělávání ve výuce chemie

V nižším sekundárním vzdělávání by se rozvoj pojmového aparátu již neměl omezovat jen na jednoduché koncepty, jak jsme navrhovali v oblasti preprimárního a primárního vzdělávání, měl by se stále více soustředit na další rozvoj těchto konceptů, a to zejména v rovině osvojení si základních **zákonů, principů, teorií či modelů**, se kterými se v přírodních vědách běžně pracuje. V souladu s tím, co bylo uvedeno v části 2.1, by měly být tyto modely uváděny do souvislosti s běžným životem.

Osvojení si pojmového systému se pak přirozeně pojí s rozvojem jazykových schopností žáka v daném vědním oboru, ale také mimo jeho rámec. Důraz by měl být nicméně kladen nejen na další rozvoj jazyka vědy, ale také na rozvoj jazykových schopností jako takových. Řada studií v zahraničí totiž prokazuje, že v mnohých případech to není pojmový aparát vědy, který činí žákům problémy, je to také pochopení běžného jazyka ve vědním kontextu (blíže viz Wellington, Osborne, 2001). U žáků v nižším sekundárním vzdělávání se například ukázaly problémy s porozuměním různým typům adjektiv (*přesný, vhodný, nahodilý atp.*) i slov jako *navíc, dále, podobně, na základě* (blíže viz Janoušková, 2015). Můžeme tedy hypotetizovat, že částečné nezvládnutí daného učiva žákem může být způsobeno také nedostatečným rozvojem jeho jazykových schopností obecně. Tato skutečnost je diskutována i v souvislosti s výzkumem TIMSS a PISA, kde je řešení úloh do značné míry závislé na schopnosti žáka přečíst a pochopit zadání (Sjøberg, 2015).

Je také nutné vzít v úvahu, že pro ukládání znalostí do dlouhodobé paměti nestačí žákovi jen poslech ve škole. Pro naučení se daného vzdělávacího obsahu je rovněž nutné osvojit si dobře dovednost a schopnost čtení textů s odborným přírodovědným zaměřením, které je zásadně jiné, než je čtení běžných literárních textů. Podle prací Wellingtona a Osborna (2001) či Shanahana (2004) je však v přírodovědných oborech pozornost kromě běžného výkladu soustředěna spíše na praktické činnosti ve výuce než na čtení a samostatný písemný projev. Tento okrajový zájem o učení žáků pracovat s texty s přírodovědným zaměřením, které vyžadují významně větší soustředění, se pak v důsledku projevuje na horších schopnostech žáků se z textů učit, ale také na jejich schopnostech řešit problémy, které jsou předkládány písemnou formou.

Autoři jako Wellington a Osborne (2001), Shanahan (2004) či Yore et al. (2004) pak zdůrazňují, že není možné spolehnout se na to, že schopnost číst text s přírodovědnou problematikou se u žáka rozvine spontánně jen tím, že je mu text předložen. Zdůrazňují proto nutnost aktivní spolupráce mezi učitelem a žákem nejen v počátcích čtení přírodovědných textů, ale i později při čtení stále složitějších textů, vyžadujícím vyšší úroveň abstraktního myšlení. Domníváme se, že toto je prvek, který stojí v současnosti na okraji zájmu jak oborových didaktik, i když v chemii některé materiály již vytvořeny byly (viz Janoušková et al., 2012), tak učitelů samotných, a revize kurikula by měla zdůraznit potřebu zabývat se danou problematikou.

Podobně jako hraje významnou roli ve výuce přírodovědných oborů čtení, stejně tak významnou úlohu představuje schopnost písemného vyjadřování žáky. Písemný projev (psaní) má přitom v učení žáka mnoho rolí, podobně jako čtení. Většina studií se shoduje v tom, že psaní napomáhá k:

- lepšímu ukládání informace do dlouhodobé paměti, a to z toho důvodu, že při psaní žák soustředí pozornost na popis jednoho přírodovědného konceptu, kterému věnuje systematicky pozornost;
- systematizaci informací, které žák viděl či slyšel;
- lepší analýze a syntéze informací, než je tomu v mluveném projevu, neboť je možné se k myšlenkám vracet a zpřesňovat je; je možné je také zpětně hodnotit (viz např. Graham a Perin, 2007); to umožňuje identifikovat nedostatky ve vlastních znalostech, což bez interakce s dalšími jedinci neumožňuje ani čtení, ani mluvený projev.

Z našeho pohledu má psaní sloužit mj. k osvojení pojmového aparátu přírodních věd a mělo by využívat vědecký jazyk. To nevylučuje možnost tvorby vhodných analogií či přirovnání, které mohou žákovi napomoci téma lépe pochopit a na nichž mohou žáci demonstrovat také své porozumění vzdělávacímu obsahu. Analogii je ovšem podle našeho názoru nutné dát vždy do souvislosti s vědeckým konceptem studovaného přírodovědného tématu a ten popisovat jazykem vědy. Psaní, podobně jako čtení by se do budoucna měla věnovat pozornost v rámci didaktik i dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků.

2.3.2 Osvojování si a používání metod a postupů přírodních věd v nižším sekundárním vzdělávání ve výuce chemie

Osvojování si a používání metod a postupů přírodních věd ve výuce chemie v nižším sekundárním vzdělávání je rozvíjeno nejčastěji dvojím typem činností. Prvním typem činnosti jsou tzv. hands-on aktivity, jež mají podobu praktických činností, které žákům pomáhají lépe

chápat a učit se chemii. Jedná se tedy o osvojování empirických metod přírodních věd, kterými jsou systematické a objektivní pozorování, měření a experimentování.

Hands-on aktivity představovaly a ve většině zemí stále představují neopominutelnou součást vzdělávání žáka. V řadě studií lze nalézt aspekty těchto aktivit, které dokumentují prospěšnost jejich zavádění do výuky. Těmi jsou:

- lepší pochopení přírodovědných konceptů;
- získání praktických dovedností při práci s laboratorní technikou;
- zlepšení schopností řešit problémy;
- pochopení principů vědecké činnosti a jejích pravidel, zvýšení zájmu žáků o studium přírodovědných oborů (viz např. Hoffstein, Lunetta, 2004; Held et al., 2011; Beneš, 1999).

Pro hands-on aktivity je zapotřebí vhodné materiální vybavení škol a zázemí pro výuku chemie (školní laboratoře, specializované odborné učebny). Podstatné je také to, že pro danou výuku je zapotřebí zajistit dělení výuky, aby žákům mohla být věnována větší pozornost, a to nejen z hlediska jejich bezpečnosti, ale také proto, aby měl učitel možnost více individualizovaného přístupu k žákům (např. v případě zavedení badatelsky orientovaných metod výuky; viz dále). To samozřejmě na školy klade ekonomické i personální nároky. Ty by však podle našeho názoru neměly být překážkou pro rozvíjení hands-on aktivit ve výuce ani překážkou aplikace dalších inovativních metod, např. s využitím digitálních technologií.

V posledních letech je ve výuce přírodovědných předmětů u nás i v zahraničí stále více prosazován konstruktivistický přístup k výuce, který se ve spojení s experimentální činností aplikuje jako badatelsky orientovaná výuka. V zahraničí je tento koncept znám od 60. let, v českém prostředí se více rozvíjí v poslední dekádě tohoto století, i když zejména v rovině oborových didaktik, nikoli přímo ve školní praxi. Podobně, jako je tomu u jiných konceptů, i definice badatelsky orientované výuky není jednotná. Všechna vymezení však mají společné to, že žák aktivně pracuje ve výuce a učitel má roli facilitátora. Z hlediska výuky přírodních věd je badatelsky orientovaná výuka proces, ve kterém žáci reflektují přístupy vědců ke zkoumání a bádání v přírodě. Všeobecný konsenzus v ČR můžeme nacházet v členění badatelsky orientované výuky.

To zahrnuje:²

- *Potvrzující bádání* – výzkumná otázka i postup jejího řešení jsou žákům poskytnuty, výsledky bádání jsou známy a cílem je ověření těchto výsledků v praxi – vlastní experimentální činnost. Tento typ bádání odpovídá v zásadě běžnému uspořádání laboratorních prací, jak je známe z našich škol. Cílem této činnosti je naučit žáky systematickému a objektivnímu pozorování, experimentování a dalším empirickým metodám přírodovědného výzkumu.
- *Strukturované bádání* – otázku i možný postup prezentuje učitel, žáci na tomto základě formulují vysvětlení studovaného objektu, jevu nebo procesu. Roli učitele můžeme spatřovat v určitém druhu koučingu – učitel klade žákům návodné otázky, čímž směřuje žáky k vyřešení problému. Zásadní v tomto postupu je to, že řešení žákům není předem známé a žáci předestřený problém řeší na základě informací a dat, které shromáždili.
- *Nasměřované bádání* – učitel předestírá žákům výzkumnou otázku, žáci potom sami vytvářejí metodický postup vedoucí k vyřešení problému a realizují ho. V tomto bádání se významně zvyšuje samostatnost žáků, učitel je ovšem stále průvodcem celým procesem bádání (tomu odpovídá i anglický ekvivalent *guided inquiry*).
- *Otevřené bádání* – výzkumnou otázku si kladou sami žáci, zvažují postup, provádějí výzkum a formulují závěry. Učitel do procesu vůbec nezasahuje.

Současné kurikulum nižšího sekundárního vzdělávání umožňuje realizovat badatelsky orientované vzdělávání. Tato možnost by měla být zachována i do budoucna. Platit by však měla dobrovolnost realizace (zejména) dvou nejvyšších úrovní badatelsky orientované výuky. Důvodem je nutnost jejího dobrého zvládnutí jak vyučujícími, tak žáky. Akcent musí být kladen na to, aby žáci začínali od potvrzujícího bádání a teprve postupně by měli směřovat k vyšším úrovním. Důležité je z našeho pohledu také osvojení si základního pojmového aparátu žáky, aby žáci – stejně jako vědci – komunikovali o zjišťovaných faktech jazykem vědy. Argument pro dobrovolnost nejvyšších úrovní badatelsky orientované výuky je kritika, která se vůči badatelsky orientované výuce v těchto úrovních objevuje (viz např. Kirschner et al., 2006).

² Blíže o badatelsky orientované výuce viz Dostál, 2015.

Druhým typem činnosti je řešení široké škály různých typů úloh, jejichž účelem je naučit žáka řešit problémy různého charakteru. Smyslem je to, aby žák získal schopnost identifikovat problém či problémovou situaci související s přírodovědným obsahem a našel možnost řešení takového problému či situace, dále to, aby byl schopen indukce, tj. aby na základě zpracovaných, analyzovaných, vyhodnocených dat byl schopen formulace závěrů a také metody dedukce, tj. aby byl schopen vyvozovat závěry například z přírodovědných teorií či modelů.

Řešení různého typu úloh/problémů je pro výuku typické. Úlohy jsou zahrnuty v učebních textech a k dispozici je i nepřeberné množství a typů úloh v dalších zdrojích. Státem řízeným projektem tvorby úloh byla nejprve snaha vetknout modelové indikátorové úlohy do Standardů pro základní vzdělávání. Pod hlavičkou Národního ústavu pro vzdělávání následně vznikaly sady úloh ke Standardům, opatřené metodickými komentáři. Dalším zdrojem úloh je systém InspIS, spravovaný Českou školní inspekcí. V systému řazené úlohy lze vyhledávat podle několika kritérií a využívat je jak ve škole, tak pro tzv. domácí testování. S výhodou lze využít také uvolněné úlohy ze šetření PISA a TIMSS. Česká školní inspekce na svých stránkách pravidelně zveřejňuje jejich sbírky po každém proběhlém šetření. Vzhledem k tomu, že úlohy/problémy jsou tradiční součástí výuky přírodovědných oborů napříč zeměmi a jsou tradiční součástí vzdělávání, je zřetelné, že zařazení dovedností žáků řešit problémy do cílů přírodovědného vzdělávání je nutností.

Přirozeným způsobem osvojení si racionálních i empirických metod ve výuce mohou být také projekty. Dobrým příkladem jsou takové projekty, které jsou napojeny na běžný život. Mohou se dotýkat např. problematiky zdraví (skladba potravy a související kalorický příjem s vazbou na možné důsledky nevhodné potravinové skladby apod.) či environmentální problematiky (obnovitelné a neobnovitelné zdroje energie – environmentální, ekonomické a sociální dopady na lidskou společnost apod.). Projekty mohou být doprovozeny individuálním sběrem dat žáků či mohou být zaměřeny na racionální postupy při řešení konkrétních problémových situací. Jejich nedílnou součástí je pak také důležitá schopnost žáků prezentovat své závěry a argumentovat.

2.3.3 Osvojování si a používání způsobů hodnocení přírodovědného poznávání v nižším sekundárním vzdělávání ve výuce chemie

Osvojování si a používání způsobů hodnocení přírodovědného poznávání je dimenzí, která bývá ve školách poněkud opomíjena. Schopnost hodnocení přírodovědného poznávání

předpokládá dobré osvojení předchozích dvou dimenzí přírodovědné gramotnosti, tj. znalosti přírodovědných konceptů, tedy pojmů, tvrzení, teorií (konceptuální znalosti), znalosti běžných metod a postupů používaných ve vědě (procedurální znalosti³) a znalosti funkce těchto postupů při ověřování jakéhokoli tvrzení ve vědeckém objevování (OECD, 2012). Díky těmto dovednostem by žák měl být schopen:

- hodnotit v jednoduchých případech, zda se predikce či závěr přírodovědného poznávání zakládá na ověřené teorii, zákonu, principu či modelu, nebo spíše na osobním přesvědčení původce tohoto závěru – na aplikaci obecné znalosti;
- hodnotit v jednoduchých případech, zda je hypotéza (empiricky) testovatelná a zda takové testování, na základě něhož byla data získána, bylo správně provedeno, či zda bylo nějakým způsobem nezáměrně či záměrně zkresleno;
- hodnotit v jednoduchých případech způsob, jakým je predikce či závěr přírodovědného poznávání prezentován veřejnosti (zda se snaží o maximální objektivitu, či zda je nějakým způsobem zkreslen) – aplikace znalosti funkce postupů používaných ve vědě (Janoušková, 2015).

Jedním z nejčastěji uplatňovaných přístupů k rozvíjení schopnosti hodnocení přírodovědného vzdělávání ve výuce chemie je řešení problémů (úloh). Jedná se o problémy (úlohy) vyžadující po žácích zejména uplatnění osvojených deduktivních nebo induktivních postupů pro:

- hodnocení správnosti navržené předběžné hypotézy;
- hodnocení správnosti navrženého postupu vědeckého zkoumání;
- hodnocení analýzy, vyhodnocování a interpretace dat;
- rozpoznávání domněnek, důkazů a potvrzených dat v textech s přírodovědným (chemickým) obsahem;
- rozlišování argumentů založených na vědeckých datech od argumentů založených na jiných základech;
- vyhodnocování vědeckých argumentů a dat z různých zdrojů – z novin, odborných periodik, internetu apod.

³ Konceptuální znalost a procedurální znalost nejsou vzájemně izolované. Často jsou velmi úzce provázány. Například měření nějaké veličiny (procedurální znalost) není možné bez předem stanovené definice této veličiny (konceptuální znalost).

První tři body byly diskutovány v předchozím oddíle. Co se dalších tří bodů týká, je dobrým způsobem rozvíjení dovedností žáků v těchto oblastech *kritické myšlení*, které vyžaduje potřebu interpretovat, analyzovat a evaluovat získané informace. Jedná se o specifický rozvoj přírodovědné gramotnosti, při kterém je nutné nejen umět správně pracovat s informacemi (často v psané podobě), ale znát i pojmy, zákony, principy přírodovědných oborů a do značné míry i jejich metody a postupy. V 21. století, kdy jsou všichni zahlceni řadou informací, je naprosto zásadní určit, které informace jsou pravdivé a které nikoli. I když je třeba se smířit s tím, že v řadě případů to není možné, měli bychom se o to vždy alespoň pokusit. V současné době se ve výuce těmto přístupům, zejména kritickému čtení, věnuje jen okrajová pozornost. Příležitost pro revizi kurikula je v cílovém zaměření oblasti zdůraznit potřebu kritického hodnocení informací, příležitost pro oborové didaktiky je vývoj materiálů pro úroveň nižšího sekundárního vzdělávání, která by u žáků tuto dovednost rozvíjela.

2.3.4 Osvojování si a využívání interakcí přírodovědného poznávání s dalšími obory lidského poznání ve výuce chemie v nižším sekundárním vzdělávání

Přírodovědné poznávání v chemii není izolované, využívá poznatky dalších vědních oborů, takže se poznatky řady oborů staly neodmyslitelnou součástí výuky na základních školách a žáci si tak osvojují tento aspekt přírodovědné gramotnosti velmi přirozeně. Například osvojení si pojmového systému, ale také vyhodnocení a interpretace výsledků experimentální činnosti přírodních věd není možné bez využití matematického aparátu. Řada chemických experimentů ve výuce je realizována s využitím prostředků moderních technologií. Ty se využívají při zprostředkování experimentů, které nemohou být v hodinách realizovány buď z důvodu časové náročnosti, nebo z důvodu bezpečnosti žáků, případně tehdy, pokud je chemická reakce příliš rychlá (nepostřehnutelná pouhým okem) a záznam ji umožňuje zpomalit. Chemie také představuje další z cest, jak využívat zcela přirozeně základní software, např. MS Excel, MS Word, MS Powerpoint – k analýze dat, k tvorbě textů či prezentací. ICT hrají významnou roli také v oblasti vizualizace některých obtížně uchopitelných procesů a jevů, které jsou často pro žáky abstraktní. Nový rozměr představuje z hlediska výuky virtuální realita. ICT hrají tedy ve výuce několikerou roli: zprostředkovávají informace o vzdělávacím obsahu atraktivní, pro žáky lépe uchopitelnou cestou (vizualizace), slouží jako prostředek pro propojení přírodovědných vědomostí s dovednostmi a schopnostmi ve využívání ICT, které jsou součástí každodenního života, v neposlední řadě pak ICT slouží jako zprostředkovatel informací (internet).

Rozvoj přírodovědné gramotnosti je ovšem vázán také na schopnost žáka propojovat přírodovědné poznávání s poznatky jiných vědních oborů – např. s poznatky z oblasti sociálních věd nebo s poznatky z ekonomie ve společenských konceptech, jakými je např. udržitelný rozvoj. Právě koncept udržitelného rozvoje, který je v České republice často ztotožňován s environmentálním vzděláváním, je v současnosti nedílnou součástí vzdělávání většiny zemí světa a jeví se jako vhodný koncept, který umožňuje holistický pohled na globální problémy ve společnosti.

I když je vzdělávání pro udržitelný rozvoj prosazováno již tři dekády, u nás je stále kladen důraz zejména na složku environmentální, která má v českém vzdělávání tradici již od 80. let 20. století (viz např. ČŠI, 2016). Pro revizi kurikula se nabízí příležitost environmentální vzdělávání posunout dále – blíže ke vzdělávání pro udržitelný rozvoj. Zdá se také, že vůle k tomu, věnovat se ve vzdělávání dané problematice, je dána přijetím Cílů udržitelného rozvoje / Sustainable Development Goals – SDGs (OSN, 2015), ke kterým se ČR přihlásila a na základě nichž vytvořila vlastní dokument s názvem Česká republika 2030. Tyto cíle definují mj. nutnost rozvíjet u žáků znalosti a dovednosti potřebné k podpoře udržitelného rozvoje.

Je však nutné si uvědomit, že udržitelný rozvoj je normativním konceptem, byť řadou zemí přijímaným, nikoli konceptem vědeckým. Z toho důvodu by měl být ve výuce význam koncepce udržitelného rozvoje ve výuce jiný než ideologický. *„Hlavní těžiště výuky této koncepce by mělo spočívat v predestinování takových témat a problémů souvisejících s udržitelným rozvojem, která nutí žáky uvažovat v nových souvislostech. Taková témata umožňují specifický rozvoj žákovských vědomostí i dovedností, které napomáhají k rozvoji schopností se poučeně rozhodovat v dalším životě – osobním i pracovním“* (Janoušková, Hák, 2017). V zásadě by se při představování nových témat souvisejících s konceptem měla zapojit i předchozí dimenze přírodovědné gramotnosti, která by žákovi umožnila nahlížet témata dostatečně kriticky. Diskutovat by se pak měly různé pohledy na danou problematiku, které vždy nemusejí přinášet jednoznačné odpovědi na dané otázky. S výhodou lze pro takovou výuku udržitelného rozvoje využít indikátory udržitelného rozvoje, které samy o sobě propojují řadu segmentů lidského poznávání (blíže viz Janoušková, Hák, 2017).

Domníváme se, že **koncept přírodovědné gramotnosti**, jak byl diskutován v této studii, by byl vhodným **základem pro uvažování nad revizemi kurikula v přírodních vědách**.

Z předložených informací v tomto oddílu je zřejmé, že přírodovědná gramotnost:

- má silnou vazbu na další gramotnosti – digitální, čtenářskou a matematickou;
- plně reflektuje aktuální přístupy k modernímu přírodovědnému vzdělávání a zahrnuje všechny dimenze, které nacházíme v jiných vymezeních přírodovědné gramotnosti, včetně PISA; je však detailněji propracovaná a odpovídá národním zvyklostem;
- je v souladu s vymezením přírodovědné gramotnosti, jak ji stanovuje ČŠI (blíže viz Janoušková et al., 2018).

Doporučujeme proto jednotlivé dimenze uvažovat při stanovování cílového zaměření vzdělávací oblasti s posílením těch aspektů, které jsou ve studii zmiňovány a které jsou aktuálně ve výuce upozaděny. Zařazení do charakteristiky vzdělávací oblasti Člověk a příroda považujeme za důležité z toho důvodu, že výuka chemie ve školách probíhá tradičně ve dvou hodinách týdně v osmém a devátém ročníku. Tato časová dotace je pro komplexní rozvoj přírodovědné gramotnosti pouze v tomto oboru malá. Vzhledem k důležitosti oboru chemie v současné společnosti i nutnosti zaujetí žáků pro přírodovědné obory je na zvážení, zda časovou dotaci oboru neposílit. Důležitá je rovněž příprava budoucích učitelů v duchu shora uváděných změn, jakož i kurzy DVPP, které usnadní vyučujícím práci v přípravě na jejich výuku.

3 Vyšší všeobecné sekundární vzdělávání v chemii

Autoři: Hana Čtrnáctová, Svatava Janoušková, Miroslav Pražienka, Iva Kubištová

3.1 Přírodovědné vzdělávání a přírodovědná gramotnost v období vyššího všeobecného sekundárního vzdělávání

Přírodovědné vzdělávání ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání (v této kapitole zaměřeno na gymnázia) má stejně jako v nižším sekundárním vzdělávání dlouholetou tradici. Také zde je již přístup k výuce přírodovědných předmětů pevně fixován a mohou vzniknout určité obavy, zda jakékoli změny nepovedou k určité destabilizaci systému výuky těchto předmětů. Vzhledem k tomu, že současný svět se ve všech svých oblastech velmi rychle mění a vyvíjí a Česká republika je jeho nedílnou součástí, ovšem není možné ani ve výuce přírodovědných předmětů ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání ustrnout na dosažené úrovni vzdělání. Proto jsou nezbytné změny vzdělávacího obsahu přírodovědných oborů i metod a postupů využívaných ve výuce přírodovědných předmětů.

I když bude školám ponechána poměrně široká autonomie v tvorbě jejich vlastních kurikul vycházejících z rámcového centrálního kurikula, je zřejmé, že právě v centrálních kurikulárních dokumentech by měly být potřebné změny primárně provedeny, a to co nejrychleji. Zkušenosti se zaváděním kurikulární reformy u nás v období 2005–2012 sice ukazují, že shora řízená reforma může být funkční co do přípravy zamýšleného kurikula na centrální úrovni, do určité míry zamýšleného kurikula na školní úrovni, nemusí se však vůbec dotknout kurikula realizovaného či dosaženého. Lze se domnívat, že jedním z důvodů může být i velká obecnost centrálního kurikula, která školy dostatečně nevede k požadovaným změnám. To pak platí v úrovni nejen vyššího všeobecného sekundárního vzdělávání, ale v zásadě ve všech dalších úrovních.

Jak je uvedeno v předchozí části studie, týkající se nižšího sekundárního vzdělávání, je nutné si uvědomit, že určitá krize přírodovědného vzdělávání je důsledkem chybějícího jasného paradigmatu, z kterého by mělo vycházet (blíže viz např. Janoušková, 2018b). Řada výzkumů upozorňuje na problémy scientistického pojetí přírodních věd, které ve svém důsledku vede k neporozumění až nezájmu o přírodní vědy na všech úrovních vzdělávání (Fialho, Matos, 2010; Čížková, Čtrnáctová, 2007).

I ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání, po jehož úspěšném absolvování si studium přírodních věd na terciární úrovni průměrně volí cca 7 % absolventů střední školy (blíže viz MŠMT, 2017), lze celosvětově pozorovat odklon od tohoto pojetí přírodních věd a zaměření se na taková témata přírodních věd, která může žák využít ve svém dalším životě bez ohledu na svou budoucí profesi, to znamená na témata, která žákům umožní zodpovědné osobní rozhodování a chování, zodpovědné jednání vůči okolnímu přírodnímu a sociálnímu prostředí v postupně se globalizujícím světě (blíže viz Maršák, Janoušková, 2006). Česká republika ve svých současných kurikulárních dokumentech (rámcových vzdělávacích programech), stejně jako většina evropských zemí, tento přístup zohledňuje, spíše však jen v deklaratorní rovině.

Vedle požadavku na nové, moderní pojetí obsahu učiva přírodovědných předmětů ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání se klade důraz i na nové metody a postupy, které by se ve výuce těchto předmětů měly uplatnit. Jedním z požadavků je interdisciplinární přístup, tj. propojení poznatků jednotlivých oborů vzdělávání, který by více odpovídal reálnému bádání v přírodních vědách. Důraz je kladen také na propojení přírodních věd s matematikou a moderními technologiemi. V rámci projektů Evropské unie zaměřených na přírodovědné vzdělávání se často používá akronym STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), tj. propojení přírodních věd s technologiemi, inženýrstvím a matematikou. V posledním období se pak lze setkat i s akronymem STEAM, kdy k původním oborům přibyl ještě obor Arts. Tento obor je přitom chápán velmi široce a přináší propojení s humanitními obory, které spolu na první pohled nesouvisejí (blíže viz Martinez, 2017).

Dalším požadavkem je přiblížit metody výuky postupům používaným v přírodních vědách. Zde se často hovoří o přechodu od přístupu deduktivního k přístupu induktivnímu (Held, 2011a; Held 2014). V souvislosti s tím se ve výuce prosazuje v řadě témat konstruktivistický přístup a badatelsky orientovaná výuka. Vzhledem k tomu, že žáci ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání jsou schopni abstrakce a provádění složitějších myšlenkových operací, výzkumy prokazují, že používání uvedených metod a postupů i na této úrovni přináší ve výuce přírodních věd pozitivní výsledky.

V kurikulárních dokumentech České republiky (RVP G) není přístup STEM, resp. STEAM, explicitně zmíněn, stejně jako není zmiňována induktivní výuka, konstruktivistický přístup či badatelsky orientovaná výuka. Nicméně v obecné části kurikula pro vzdělávací oblast Člověk a příroda je kladen důraz na interdisciplinární přístup k výuce a používání takových metod výuky, které více odpovídají vědeckým metodám v přírodních vědách, tj. seznámení se

s problémem, kladení adekvátních otázek, získávání relevantních informací, experimentování a odpovídající vysvětlení získaných výsledků. I když RVP G tyto možnosti uvádí a doporučuje v rovině zamýšleného kurikula, v úrovni realizovaného kurikula, tedy ve výuce samotné, se často tyto přístupy příliš neprosazují. Školy sice mají v současné době možnost slučovat obsah vzdělávacích oborů uvedených v RVP G a vyučovat je v jediném předmětu, integrovat tematické okruhy jednoho či více vzdělávacích oborů do jediného vyučovaného předmětu či používat ve větší míře aktivizující metody výuky, v praxi se to ale většinou neděje. Lze konstatovat, že převažuje tradiční vyučování vzdělávacího obsahu jednotlivých oborů odděleně a mezipředmětové vazby vyplývají spíše z přirozených vazeb mezi přírodovědnými obory než ze záměrné integrace. Stále jsou využívány namnoze klasické, transmisivní metody výuky. Využívání těchto metod je ovšem do značné míry dáno naplněností tříd gymnázií. Zkušenost rovněž ukazuje, že ani povinnost výuky průřezových témat, která jsou založena na integraci více oborů, často není adekvátně realizována a jejich zařazení do výuky je víceméně formální. U některých témat lze navíc pozorovat jisté nepochopení pro výuku netradičním holistickým konceptům ve výuce, jakým je třeba koncept udržitelného rozvoje či globální rozvojová témata (blíže viz ČSI, 2016). To se projevuje tím, že je akcentována zejména environmentální složka tématu. Jedinou úrovní, kde se daří integrace přírodovědných předmětů, tak zůstává preprimární a primární vzdělávání.

Je nepochybné, že jedním z faktorů, které v současnosti zasahují do způsobů a vývoje přírodovědného vzdělávání, jsou mezinárodní průzkumy úrovně přírodovědného vzdělávání, pro úroveň vyššího všeobecného sekundárního vzdělávání je to zejména šetření PISA. I když samotné organizace, které tyto průzkumy realizují, nedoporučují brát jejich výsledky za výsledky prokazující úroveň vzdělávání v dané zemi, většina zemí přesto těmto výzkumům přikládá velký význam. I když u nás tomu tak úplně není, je nutné si uvědomit, že názor expertní skupiny sdružené pod OECD na to, co je pro přírodovědně gramotné jedince v moderní společnosti zásadní, by mělo být při tvorbě kurikula do určité míry zohledněno. Nejedná se samozřejmě o nekritické přejímání konceptu přírodovědné gramotnosti podle OECD, ale o integrování těch prvků přírodovědné gramotnosti do našich přístupů k přírodovědnému vzdělávání, které mohou zlepšit uplatnění žáků na trhu práce či v osobním životě, případně zvýšit jejich zájem o studium přírodních věd.

V České republice tento proces proběhl v roce 2010, kdy byl úkolem vymezení přírodovědné gramotnosti pro národní úroveň pověřen Výzkumný ústav pedagogický v Praze (blíže viz

Faltýn et al., 2010). I když byla přírodovědná gramotnost vymezena jen pro úroveň nižšího sekundárního vzdělávání, je její vymezení (viz níže) natolik univerzální, že je možné použít ho jako vývojový model od úrovně preprimárního vzdělávání až po úroveň vzdělávání terciárního, jak jsme prokázali v předchozích kapitolách. Akcent na jednotlivé složky přírodovědné gramotnosti se pak v průběhu vzdělávání může velmi proměňovat. Například v úrovni vyššího všeobecného sekundárního vzdělávání je již možné významně akcentovat třetí dimenzi, hodnocení přírodovědného poznávání, pro jejíž osvojení mají žáci nejen dostatečné množství poznatků, ale také dalších dovedností. Všechny ostatní dimenze je pak možné adekvátně prohlubovat.

Vymezení přírodovědné gramotnosti pro vyšší všeobecné sekundární vzdělávání (identické s vymezením pro nižší sekundární vzdělávání; podle Faltýn et al., 2010):

1) Aktivní osvojení si a používání základních prvků pojmového systému přírodních věd:

- základních pojmů;
- základních zákonů, principů, hypotéz, teorií a modelů.

2) Aktivní osvojení si a používání metod a postupů přírodních věd:

- empirické metody a postupy:
 - systematické a objektivní pozorování;
 - měření;
 - experimentování;
- racionální metody a postupy:
 - formulace závěrů (např. hypotéz, vztahů) na základě analýzy, zpracování či vyhodnocení získaných dat (indukce);
 - vyvozování závěrů (např. předpovědí) z přírodovědných hypotéz, teorií či modelů (dedukce);
 - strategie identifikace problému či problémové situace a možnosti jejich řešení v přírodovědném zkoumání.

3) Aktivní osvojení si a používání způsobů hodnocení přírodovědného poznání:

- způsoby ověřování objektivity, spolehlivosti a pravdivosti přírodovědných tvrzení (dat, hypotéz apod.);
- způsoby zjišťování chyb či zkreslování dat v přírodovědném zkoumání;
- způsoby kritického zhodnocení pseudovědeckých informací.

4) Aktivní osvojení si a používání způsobů interakce přírodovědného poznání s ostatními segmenty lidského poznání či společnosti:

- používání matematických prostředků v přírodovědném poznávání;
- používání dostupných prostředků moderních technologií v přírodovědném poznávání;
- využívání nabytých přírodovědných vědomostí a dovedností pro personální rozhodování při řešení nebo hodnocení různých praktických problémů či rozhodování o případné profesní orientaci;
- využívání nabytých přírodovědných vědomostí a dovedností k vyhodnocování objektivitu a pravdivosti různých informací v médiích;
- zaujímání racionálních postojů k různým aplikacím přírodovědných poznatků v praxi a důsledkům těchto aplikací pro člověka a jeho životní (přírodní a sociální) prostředí.

Z výše uvedeného je zřejmé, že takovéto vymezení je možné brát jako základ pro stanovení cílů a obsahu přírodovědného vzdělávání při revizích kurikula vyššího všeobecného sekundárního vzdělávání.

3.2 Příležitosti pro výuku chemie ve vazbě na národní vymezení přírodovědné gramotnosti

V RVP G je v současné době v úvodu vzdělávací oblasti Člověk a příroda uvedena charakteristika a cíle této vzdělávací oblasti, kde je již řada prvků uvedených v jednotlivých kategoriích přírodovědné gramotnosti (viz výše) zohledněna. I když je tato část RVP G pro tvůrce školních vzdělávacích programů závazná, málokterá škola ji takto skutečně pojímá, zvláště v souvislosti s velmi stručným vymezením očekávaných výstupů a učiva v oboru chemie. Stává se tak, že škola s aktivní výukou přírodních věd již vede žáky k rozvoji přírodovědné gramotnosti, ale škola, která nemá potřebu ve své výuce nic inovovat, zachovává stále stejný obsah i metody výuky a očekávané výstupy i obsah učiva jsou tak rovněž naplněny. Hlavní směr inovace při revizi kurikula proto spatřujeme v inovaci obsahu učiva, tj. ve větším zaměření na témata více spjatá s přírodním a sociálním prostředím a na důslednějším uplatňování uvedených kategorií přírodovědné gramotnosti.

3.2.1 Osvojování si a používání základních prvků pojmového systému přírodních věd žákem ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání ve výuce chemie

Ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání navazuje rozvoj pojmového aparátu na nižší sekundární vzdělávání, kde je chemie již 2–3 roky samostatným vyučovacím předmětem. Proto

je třeba soustředit se na další rozvoj osvojených konceptů a osvojování konceptů nových, a to zejména v rovině osvojení si základních chemických pojmů, zákonů, principů, teorií či modelů. V souladu s tím, co bylo uvedeno v první části této kapitoly, by tyto koncepty měly být uváděny do souvislosti s běžným životem. Ani na úrovni vyššího všeobecného sekundárního vzdělávání (zvláště pak na jeho počátku) nelze při osvojování nových konceptů spoléhat pouze na schopnost abstraktního myšlení žáků, je třeba vycházet z konkrétních představ a jejich postupného zobecnění. Zde jsou zkušenosti žáků velmi důležité a pro pochopení učiva chemie často nepostradatelné.

I když by jazykové schopnosti žáků měly být ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání na dobré úrovni, je třeba je dále rozvíjet. Důraz by měl být kladen nejen na další rozvoj jazyka vědy, ale také na rozvoj jazykových schopností jako takových. Pro porozumění danému vzdělávacímu obsahu je nutné rozvíjet dovednost čtení textů s odborným přírodovědným zaměřením, již složitějších, než tomu bylo v úrovni nižšího všeobecného sekundárního vzdělávání. Přitom není možné spoléhat se pouze na to, že čtení odborného textu s porozuměním se u žáka rozvine spontánně jen tím, že je mu text předložen. Je třeba aktivní spolupráce mezi učitelem a žákem, zvláště při čtení složitějších textů, vyžadujícím vyšší úroveň abstraktního myšlení. Podobně významnou roli ve výuce přírodovědných oborů jako čtení odborného textu má schopnost písemného vyjadřování žáky. Psaní má mj. sloužit k osvojení pojmového aparátu přírodních věd a mělo by využívat vědecký jazyk. To nevylučuje možnost tvorby vhodných analogií či přirovnání, ale je nutné dát je vždy do souvislosti s vědeckým konceptem, popisovat je jazykem vědy (blíže viz Janoušková, 2015). Zároveň je však třeba v rámci výuky chemie využívat i nejrůznější neverbální prostředky, které porozumění čtenému a psanému odbornému textu usnadní. Domníváme se, že všechny tyto aspekty by měly být v rámci revize kurikula uvažovány.

3.2.2 Osvojování si a používání metod a postupů přírodních věd ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání ve výuce chemie

Osvojování si a používání metod a postupů přírodních věd ve výuce chemie ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání by mělo být rozvíjeno podobně jako v nižším sekundárním vzdělávání. Důraz by měl být kladen nejen na racionální metody vedoucí k řešení zadaných úloh, ale také na osvojování empirických metod přírodních věd, kterými jsou systematické a objektivní pozorování, měření a experimentování (tzv. hands-on aktivity). Tyto aktivity představují ve většině zemí neopominutelnou součást vzdělávání žáka v přírodovědných oborech. V tomto období je možné ve výuce těchto oborů do určité míry

uplatňovat také konstruktivistický přístup, který se ve spojení s experimentální činností aplikuje jako badatelsky orientovaná výuka. Tento koncept se u nás rozvíjí zejména v poslední dekádě, především v souvislosti se zapojením ČR do evropských vzdělávacích projektů, a umožňuje pro české prostředí rozvíjet jiný způsob uvažování než deduktivní způsob (indukce). Z hlediska výuky přírodních věd je badatelsky orientovaná výuka proces, ve kterém žáci reflektují přístupy vědců ke zkoumání a bádání v přírodě. Obvykle se člení na čtyři kategorie (viz předchozí kapitola):

- *potvrzující bádání* – výzkumná otázka i postup jejího řešení jsou žákům poskytnuty, výsledky bádání jsou známy, cílem je ověření těchto výsledků vlastní experimentální činností;
- *strukturované bádání* – otázku i možný postup prezentuje učitel, žáci na tomto základě experimentálně ověřují daný postup a formulují vysvětlení studovaného jevu nebo procesu;
- *nasměřované bádání* – učitel žákům předloží výzkumnou otázku a žáci potom sami navrhnou postup vedoucí k vyřešení problému, realizují ho a vyhodnocují;
- *otevřené bádání* – výzkumnou otázku kladou sami žáci, zvažují a navrhnou postup, provádějí výzkum a formulují závěry.

V souladu s charakteristikou a cíli vzdělávací oblasti Člověk a příroda v současném kurikulu vyššího všeobecného sekundárního vzdělávání je vhodné badatelsky orientovanou výuku chemie realizovat. Využití tohoto postupu lze do budoucna doporučit s tím, že na této úrovni vzdělávání by mělo do popředí vystupovat postupně více nasměřované a otevřené bádání (Čtrnáctová et al., 2015; Čížková, Čtrnáctová, 2016; 2015; Čtrnáctová et al., 2018a; Čtrnáctová et al., 2018b). Důležité je z našeho pohledu také v tomto případě intenzivní propojení této dimenze přírodovědné gramotnosti s předchozí dimenzí – osvojení si základního pojmového aparátu, tak, aby žáci – stejně jako vědci – komunikovali o zjišťovaných faktech jazykem vědy. Je vhodné propojit tuto dimenzi i s následujícími dimenzemi, neboť racionální a empirické metody jsou základem kritického myšlení, je nutné je využívat pro hodnocení objektivitu, spolehlivost a dalších aspektů přírodovědného poznávání. Stejně tak umožňují lépe pochopit interakce přírodních věd s dalšími segmenty lidského poznávání.

Další aktivity, které nelze ve výuce opomenout, jsou řešení různých typů učebních úloh. Tak jako je možné realizovat hands-on aktivity na několika úrovních, je možné i učební úlohy klasifikovat do různých stupňů – od nejjednodušších, zaměřených na zapamatování faktů, po

komplexní úlohy, vyžadující řešení problémů různého charakteru. Smyslem řešení takových úloh je to, aby žák získal schopnost identifikovat problém související s přírodovědným obsahem a našel možnost jeho řešení. V jeho rámci se tak uplatňuje indukce, tj. formulace závěrů na základě zpracovaných, analyzovaných a vyhodnocených dat, i dedukce, tj. vyvození závěrů z přírodovědných zákonitostí, teorií či modelů. Řešení různých typů učebních úloh je nezbytnou součástí výuky (Čtrnáctová et al., 2013; Siváková et al., 2018). Úlohy jsou součástí učebnic, sbírek úloh, pracovních listů apod. Dalším zdrojem úloh jsou soubory použité v národních testováních Českou školní inspekcí. S výhodou lze využít také uvolněné úlohy ze šetření PISA. Česká školní inspekce na svých webových stránkách pravidelně zveřejňuje sbírky úloh po každém proběhlém šetření. Důležitým aspektem používání učebních úloh ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání je především to, aby byl kladen důraz na problémové úlohy vyžadující při řešení vyšší myšlenkové operace a aby byl obsah těchto úloh zaměřen na řešení reálných a v praxi existujících problémů.

3.2.3 Osvojování si a používání způsobů hodnocení přírodovědného poznávání ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání ve výuce chemie

Schopnost hodnocení přírodovědného poznávání předpokládá znalost přírodovědných konceptů (konceptuální znalost), znalost běžných metod a postupů používaných ve vědě (procedurální znalost) a znalost funkce těchto postupů při ověřování jakéhokoli tvrzení ve vědeckém objevování (OECD, 2012). Pokud si žák osvojil tyto dovednosti, měl by být schopen hodnotit, zda:

- předpověď nebo závěr přírodovědného poznávání se zakládá na ověřeném zákonu, teorii či modelu, nebo spíše na osobním názoru autora;
- hypotéza se dá ověřit a její ověření bylo provedeno správně a nebylo nějakým způsobem zkresleno;
- způsob, jakým je předpověď nebo závěr přírodovědného poznávání prezentován veřejnosti, se snaží o maximální objektivitu, či je nějakým způsobem zkreslen (Janoušková, 2015).

Jedním z nejčastěji uplatňovaných přístupů k rozvíjení schopnosti hodnocení přírodovědného vzdělávání ve výuce chemie je řešení učebních úloh problémového charakteru, jak bylo uvedeno v části 2.2. Jedná se o úlohy vyžadující po žácích zejména uplatnění osvojených deduktivních nebo induktivních postupů při:

- hodnocení správnosti navržené hypotézy a postupu vědeckého zkoumání;

- analýzách, vyhodnocování a interpretaci dat;
- rozpoznávání domněnek a potvrzených dat a rozlišování argumentů založených na vědeckých datech od argumentů založených na jiných základech;
- vyhodnocování argumentů a dat z různých zdrojů.

Rozvíjení uvedených schopností vhodným způsobem rozvíjí také kritické myšlení žáků, které vyžaduje potřebu interpretovat, analyzovat a evaluovat získané informace. Jedná se o specifický rozvoj přírodovědné gramotnosti, při kterém je nutné nejen umět správně pracovat s informacemi, ale znát i pojmy, zákony, teorie a postupy přírodovědných oborů. To je zvlášť důležité v současnosti, kdy jsou všichni zahlceni nepřehledným množstvím informací a je naprosto zásadní určit, které informace jsou pravdivé a které nikoli. V řadě případů to samozřejmě není možné, ale vždy bychom se o to měli alespoň pokusit. Při revizi kurikula je proto třeba zdůraznit potřebu kritického hodnocení informací a způsob, jak je realizovat ve výuce na úrovni vyššího všeobecného sekundárního vzdělávání.

3.2.4 Osvojování si a využívání interakcí přírodovědného poznávání s dalšími obory lidského poznání ve výuce chemie ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání

Chemie ve svém bádání využívá poznatky dalších vědních oborů, které jsou součástí výuky na středních školách. Žáci by si tento aspekt přírodovědné gramotnosti měli osvojovat zcela přirozeně. Porozumění zákonitostem nebo teoriím, stejně jako vyhodnocení a interpretace výsledků experimentální činnosti, není možné bez využití poznatků z matematiky, fyziky či biologie. Při práci s textem, tabulkami, schématy, obrázky, animacemi či videi se běžně využívají informační a komunikační technologie (ICT). Řada chemických experimentů ve výuce je realizována s využitím prostředků ICT. Další význam ICT byl diskutován v předchozím oddíle. Cílem vyššího sekundárního vzdělávání by mělo být další prohlubování shora diskutovaných dimenzí propojení ICT s výukou chemie. V řadě přírodovědných problémů je třeba zohlednit i poznatky ze sociálních nebo ekonomických věd.

Důraz je třeba klást také na koncept udržitelného rozvoje, který je v České republice často ztotožňován s environmentálním vzděláváním. V současnosti je tento koncept nedílnou součástí vzdělávání ve většině zemí světa, především proto, že umožňuje komplexní pohled na globální problémy společnosti. V chemii má k tomuto konceptu nejbližší *chemie životního prostředí*, která se zabývá nejen vlivem jednotlivých látek na životní prostředí, ale zkoumá osud chemických látek v prostředí od jejich vzniku či výroby až po jejich zánik či likvidaci. Při revizi kurikula se nabízí příležitost posunout původní environmentální vzdělávání blíže ke vzdělávání

pro udržitelný rozvoj. Důvodem je i dokument *Česká republika 2030*, jímž se ČR přihlásila k přijetí Cílů udržitelného rozvoje / Sustainable Development Goals – SDGs (OSN, 2015), které mj. definují nutnost rozvíjet u žáků znalosti a dovednosti potřebné k podpoře udržitelného rozvoje. S výhodou lze pro výuku udržitelného rozvoje využívat témata, která vedou žáky k tomu, uvažovat v širších souvislostech. Lze využít také indikátory udržitelného rozvoje, které samy o sobě propojují řadu segmentů lidského poznávání (blíže viz Janoušková, Hák, 2017).

Domníváme se, že **koncept přírodovědné gramotnosti**, jak byl diskutován v této studii, by byl vhodným **základem pro uvažování nad revizemi kurikula v přírodních vědách**. Z předložených informací v tomto oddílu je zřejmé, že tento koncept přírodovědné gramotnosti:

- má silnou vazbu na další gramotnosti – digitální, čtenářskou a matematickou;
- plně reflektuje aktuální přístupy k modernímu přírodovědnému vzdělávání a zahrnuje všechny dimenze, které nacházíme v jiných vymezeních přírodovědné gramotnosti, včetně PISA; je však detailněji propracovaná a odpovídá národním zvyklostem;
- je v souladu s vymezením přírodovědné gramotnosti, jak ji stanovuje ČŠI (blíže viz Janoušková et al., 2018).

Doporučujeme proto jednotlivé dimenze uvažovat při stanovování cílového zaměření vzdělávací oblasti s posílením těch aspektů, které jsou ve studii zmiňovány.

4 Střední odborné vzdělávání v chemii

Autoři: Martin Rusek, Svatava Janoušková, Zuzana Bobková

4.1 Diferenciace středních odborných škol s ohledem na výuku chemie

Problematika středního odborného školství s ohledem na výuku chemie je poměrně komplikovaná. Pro každý obor v rámci středního odborného školství vznikl samostatný RVP. V současnosti tedy v České republice existuje 280 rámcových vzdělávacích programů pro obory středního odborného vzdělávání (NÚOV, 2012). Podle rozsahu a zaměření a také podle způsobu ukončení ukotveného v § 72 a § 77 až § 82 školského zákona a ve vyhlášce o ukončování studia ve středních školách a učilištích se střední vzdělávání člení na tyto typy:

- *střední vzdělávání všeobecné s maturitou* – studium na *gymnáziích* ukončené *maturitní zkouškou* (ISCED 3A) připravuje žáky především na vysokoškolské studium; gymnaziálního vzdělání lze dosáhnout na čtyřletých gymnáziích a na vyšším stupni víceletých gymnázií v oborech *gymnázium* nebo *gymnázium se sportovní přípravou* (předmět analýzy předchozí kapitoly);
- *střední vzdělávání odborné s maturitou* – studium na středních odborných školách poskytuje ve čtyřletém běhu střední odborné vzdělání ukončené maturitní zkouškou (ISCED 3A); opravňuje absolventy jednak ucházet se o vysokoškolské studium, jednak vykonávat střední technické, ekonomické a obdobné funkce; středního odborného vzdělání s maturitou lze dosáhnout v oborech středního odborného vzdělávání označovaných M a L0⁴ (pro účely této analýzy označované jako SOŠ-M);
- *střední vzdělávání odborné s výučním listem* – studium na středních odborných školách poskytuje ve dvouletých (E5, H5) nebo tříletých (E/0, H/0) studijních programech odborné vzdělání ukončené výučním listem – kvalifikací k dělnickým a obdobným povoláním; ISCED 3C (pro účely této analýzy označované SOŠ-V);
- *střední vzdělávání odborné se závěrečnou zkouškou* – studium na středních odborných školách je pro účely této práce sloučeno s předchozím typem SŠ (SOŠ-V). Vzdělání poskytuje roční a dvouleté programy (ISCED 2C) pro žáky, kteří ukončili povinnou školní docházku v nižším než 9. ročníku nebo 9. ročník nedokončili úspěšně; dále je určeno pro mládež se speciálními vzdělávacími potřebami a absolventy základních speciálních škol;

⁴ Na oborech L0 projdou žáci i odborným výcvikem.

absolventi získávají kvalifikaci k méně náročným odborným povoláním; středního odborného vzdělání se závěrečnou zkouškou lze dosáhnout na oborech středního odborného vzdělávání J a C2.

Jednou ze změn, které přinesla reforma středního odborného školství, bylo posílení složky **všeobecného vzdělávání**. V RVP SOV je uvedeno, že je důležité pro celoživotní vzdělávání (učení), pro porozumění současným jevům ve společnosti, rychlému vývoji vědy a techniky a pro přizpůsobení se měnícím se životním i pracovním podmínkám. Oblasti všeobecného vzdělávání jsou jednotné pro celý stupeň vzdělání a navazují na RVP základního vzdělávání (*Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání 78-42-M/02 Ekonomické lyceum*, 2007). Vzdělávací oblast *Přírodovědné vzdělávání* je nyní zařazena v RVP oborů M, L0 a H. Pro některé školy to má za následek zavádění předmětů, které dříve v některých oborech vůbec nebyly vyučovány (Rusek, Pumpr, 2009). Naopak v případě gymnázií, přírodovědně zaměřených odborných škol (SOŠ-PřV) a některých maturitních oborů (SOŠ-M) nenastává zavedením přírodovědného vzdělávání přílišná změna. U některých početných oborů, jako např. 63-41-M/02 Obchodní akademie nebo 78-42-M/02 Ekonomické lyceum, nahradily předměty vzdělávací oblasti PřV dřívější předmět Zbožíznalství. V některých oborech zvláště SOŠ-V je zařazení PřV zcela nové (Rusek, 2013).

Problematiku výuky chemie v SOV je tedy zapotřebí vnímat v několika rovinách. Rusek a Pumpr (2009) navrhli rozdělení oborů SOV na lycea, SOŠ zaměřené na přírodovědné vzdělávání (tj. maturitní i nematuritní; SOŠ-PřV), maturitní obory SOŠ bez zaměření na PřV (SOŠ-M) a výuční obory SOŠ bez zaměření na PřV (SOŠ-V). Každý z oborů zařazených v uvedených skupinách má na přírodovědné obory, a tím i na chemii, různou hodinovou dotaci. Samotné RVP jednoznačné rozdělení vyučovacích hodin mezi jednotlivé obory, resp. předměty neukládá.

Lycea a SOŠ-PřV jsou typy oborů, ve kterých má výuka chemie tradici. V jejich RVP je na vzdělávací oblast *Přírodovědné vzdělávání* vymezeno více než 6 vyučovacích hodin. Počet vyučovacích hodin určený v RVP lyceí na výuku vzdělávací oblasti *Přírodovědné vzdělávání* se liší podle druhu lycea. Nejvyšší hodinovou dotaci má obor Zdravotnické lyceum (24 vyučovacích hodin), Přírodovědné lyceum (20 vyučovacích hodin) a Technické lyceum (20 vyučovacích hodin) – Rusek, 2011. Na nepřirodovědně zaměřených lyceích, např. Ekonomickém lyceu, je obvykle chemie vyučována ve dvou vyučovacích hodinách týdně v prvním a druhém ročníku. Hodinová dotace na chemii v oborech SOŠ-PřV vychází z povahy

oboru. Nejvyšší hodinovou dotaci na předměty přírodovědné povahy ze všech oborů má obor Chemik a Chemik operátor, kde mimo vzdělávací oblasti PřV hodinovou dotaci navyšuje ještě chemie v odborné složce vzdělávání. Z nechemických oborů je to pak obor Pedagogika pro asistenty ve školství (40 h PřV).

Analýzou RVP SOV bylo zjištěno, že PřV je zařazeno pouze v RVP oborů M, L0 a H (Rusek, Köhlerová, 2012). Můžeme také konstatovat, že v odborném vzdělávání, kde chemie není součástí odbornosti žáka, jsou priority ve vzdělávání jiné, než je tomu na gymnáziích, kde žáci ještě nejsou z hlediska zaměření specificky vyhraněni. Největší prioritu znalostí mají odborné předměty, následované předměty maturitními, jazyky a výpočetní technikou. Další předměty, mezi které patří i chemie, jsou v zásadě v okrajové oblasti zájmu žáků a do určité míry i školy, protože nepředstavují „jádro“ jejich vzdělání, ani budoucí profese. Chemie se tak ocitá ve specifickém postavení, čemuž musí být přizpůsoben obsah učiva i jeho rozsah.

4.2 Přírodovědné vzdělávání v oborech bez přírodovědného zaměření

Přírodovědné vzdělávání má tradici pouze ve vybraných oborech SOV. Jejich smyslem je příprava na konkrétní povolání, které vyžaduje znalosti, schopnosti i dovednosti určené povahou oboru. Tato skupina oborů však v rámci RVP SOV tvoří menšinu. Z tohoto důvodu bude pozornost věnována majoritně zastoupeným oborům, v nichž dochází k výuce chemie. Jak bylo uvedeno výše, do značného množství oborů byla po roce 2009 zavedena nově. To s sebou přináší mnohá specifika, která Rusek a Pumpr (2009) shrnuli takto:

V rovině zamýšleného kurikula:

- učivo nesouvisí s povahou oboru;
- učivo není obsažené v absolventské zkoušce;
- nízká hodinová dotace vzhledem k obsahu.

V rovině realizovaného kurikula:

- nízká aprobovanost učitelů;
- nedostatek odpovídajících učebních textů;
- výuka probíhá nejčastěji v prvním ročníku, kdy jsou ve třídě ještě žáci, kteří školu ze studijních či kázeňských důvodů opustí;
- nižší školní úspěšnost žáků (nutnost aplikace motivačních metod ve výuce).

V těchto podmínkách je formování přírodovědné gramotnosti žáků značně limitované.

Pojetí výuky akcentující rozvoj PŘG je v tomto ohledu nutné rozdělit do dvou úrovní podle zaměření. Obory SOV s přírodovědným/chemickým zaměřením jsou vedeny směrem ke konkrétnímu studijnímu oboru na VŠ, případně konkrétnímu zaměstnání v přírodovědném oboru. Obory bez přírodovědného/chemického zaměření v tomto ohledu značně splývají s gymnaziálním vzděláváním, kde mají všechny obory povahu všeobecně vzdělávacího předmětu. Rozdílem jsou důvodně předpokládané nižší studijní předpoklady žáků, podstatně nižší hodinová dotace na výuku přírodovědných témat i další uplatnění absolventů (viz Rusek, Pumpr, 2009).

Revize jednotlivých RVP je proto nutné vést dvojím způsobem. V RVP zaměřených na chemii je žádoucí prosadit principy pojetí stavějící žáka do centra vzdělávacího procesu. Samotný vzdělávací obsah by měl být revidován s ohledem na měnící se povahu oboru a požadavky vysokoškolských oborů, případně trhu práce. RVP SOV bez chemického zaměření doposud nesou prvky pouhého redukování původní předlohy, kterou byl RVP G. Vzhledem k podmínkám na školách nabízejících tyto obory je ale zapotřebí zásadní změna. Učivo je nutné transformovat podle známých podmínek, redukovat obsah na pevně dané, základní pojmy umožňující zvládnutí dalších kapitol. Především je ale nutné chemické vzdělávání zacílit na témata z běžného života, podpořit další uplatnění badatelsky orientovaného a projektového vyučování, které umožňuje žáky v daných podmínkách nejlépe aktivizovat. Tím dochází k rozvoji příslušných klíčových kompetencí a rozvoji přírodovědné gramotnosti žáků.

4.2.1 Osvojování si a používání základních prvků pojmového systému přírodních věd žákem ve vyšším všeobecném sekundárním vzdělávání ve vyuce chemie

Ve středním odborném vzdělávání navazuje výuka chemie rozvojem pojmového aparátu na nižší sekundární vzdělávání. Žáci absolvovali typicky dva, v některých případech tři roky výuky chemie. Zkušenosti z praxe však ukazují, že v této rovině PŘG nelze jednoduše pokračovat, je nutné postupovat po spirále, tedy opakovat již probraný pojmový aparát a rozšiřovat ho o ty prvky, které jsou pro studium oboru zásadní. S ohledem na diferenciaci SOV je zde v oblasti pojmového aparátu možné rozlišovat dva směry. První, pro obory zaměřené na přírodní vědy, konkrétně chemii, předpokládá svou povahou nutně důraz na tuto složku přírodovědné gramotnosti, která jde zvláště u chemických oborů nad rámec všeobecného vzdělávání. S ohledem na výběr tohoto směru samotnými žáky lze předpokládat, že jejich motivace k učení je relativně velká a jsou ochotni pojmový aparát dobře ovládnout pro porozumění oboru jako takovému. Druhý směr představují nepřírodovědně/nechemicky zaměřené obory. Zde je zásadní především vhodný výběr pro žáky relevantních informací, co

nejvíce uvedených do kontextu jejich života (viz Stuckey, Hofstein, Mamlok-Naaman, Eilks, 2013).

4.2.2 Osvojování si a používání metod a postupů přírodních věd ve středním odborném vzdělávání

Obory zaměřené na přírodní vědy disponují zpravidla dostatečným laboratorním vybavením, zatímco obory s nízkou hodinovou dotací, navíc obory, kde je chemie vyučována po reformě středního školství nově, potřebným vybavením zpravidla nedisponují. Praktickou výuku je pak problematické realizovat. Bez ní je však prakticky nemožné žákům dostatečně osvětlovat využívání metod přírodních věd, zejména v empirické rovině.

Potřebnou inovaci současného stavu přírodovědně/chemicky zaměřených oborů SOV představuje nejen zařazování tradičních laboratorních prací do výuky, ale také zařazování badatelsky orientovaných úloh. První typ úloh (tradičních) napomáhá zvládat rutinní postupy v přírodovědných oborech, bez kterých lze v profesním životě jen těžko uspět. Badatelsky orientované úlohy představují výzvu, protože díky nim mohou žáci lépe pochopit vybraný vzdělávací obsah⁵ (Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Walberg-Henriksson, Hemmo, 2007) a mohou také žákům napomoci nacházet alternativní způsoby řešení praktických problémů v jejich praxi. Právě v druhé naznačené rovině chybí dostatek námětů na činnosti, které by takové situace pomáhaly ve výuce navozovat.

Na SOŠ nechemického zaměření, kde absentuje klasická laboratoř, je možné s výhodou využít např. přenosné laboratoře nebo soupravy pomůcek pro jednoduché pokusy (Beneš, Kudrna, 2014; Beneš, Kudrna, Pumpr, 2013). Jednoduchost experimentů navíc umožní zachovat maximální míru transparentnosti demonstrováných jevů, což je zvláště na této úrovni vzdělávání žádoucí (Trna, 2013). Pokud ve škole není odborná učebna k dispozici a třída má kolem 30 žáků, což může limitovat využití přenosné soupravy, je možné realizovat školní projekty, které umožňují uplatňovat jak racionální, tak empirické metody přírodovědného poznávání. Projekty by měly být vázány na problémy běžného života, učivo chemie tak může s výhodou navázat na environmentální problematiku či problematiku zdraví (blíže viz oddíl 2.3.2).

⁵ Dokladem nízké efektivity laboratorních prací vedených tzv. kuchařkovým stylem je práce van den Berga (2013), který na základě analýzy efektu laboratorních prací v několika zemích dokládá nízkou efektivitu tohoto pojetí při osvojování znalostí.

Žáci by si samozřejmě měli dále rozšiřovat své schopnosti v aplikaci racionálních metod a postupů při řešení konkrétních přírodovědných problémů, a to vždy s akcentem na ty dovednosti, které lze uplatnit v osobním nebo praktickém životě. Využitelné jsou pro to úlohy ke Standardům pro základní vzdělávání (srov. Dvořák, 2012; Rusek, 2014), které představují soubory učebních, nikoli testovacích úloh. Jejich rozdělení do tří úrovní obtížnosti nabízí širokou paletu možností, jak s úlohami pracovat (Vojíš, Holec, Rusek, 2017). Obtížnější úrovně mohou být využity i ve středním odborném vzdělávání.

4.2.3 Osvojování si a používání způsobů hodnocení přírodovědného poznávání ve středním odborném vzdělávání ve výuce chemie

S ohledem na šíři osvojeného pojmového aparátu je pro žáky nepřírodovědně zaměřených oborů zapotřebí volit adekvátně obtížné problémy zaměřené na kritické myšlení, interpretaci, analýzu a evaluaci získaných informací. Osvojování si a používání hodnocení přírodovědného poznávání by mělo jít nad rámec znalostí, schopností a dovedností osvojených si žáky na základní škole. Akcent by měl být kladen na správnou práci s informacemi, k tomu je však nutné znát i pojmy, zákony, teorie a postupy přírodovědných oborů. Pro žáky přírodovědně zaměřených oborů by měla úroveň znalostí, dovedností a schopností v dané oblasti dosahovat úrovně žáků gymnázií.

4.2.4 Osvojování si a využívání interakcí přírodovědného poznávání s dalšími obory lidského poznání ve výuce chemie ve středním odborném vzdělávání

V této oblasti je opět možné uvažovat o chemicky zaměřených oborech v intencích všeobecného vyššího sekundárního vzdělávání. Nechemicky zaměřené obory SOV by mohly s výhodou profitovat z výše nastíněného integračního pojetí typu „science“. Přestože se na některých školách přírodovědné předměty sdružují do předmětů základy přírodovědného vzdělávání, science apod., zpravidla se jedná jen o administrativní postup, neboť v důsledku nedochází k multidisciplinárnímu přístupu k tématu, ale pouze k časovému rozdělení výuky těchto témat ve školním roce (Kuželová, 2014). Přitom právě integrace v rámci konceptu science, případně STEM/STEAM, by mohla být přínosná v oblasti žáky vnímaného propojování témat z přírodovědy/chemie s dalšími oblastmi lidského poznání.

5 Návrh na revidované RVP pro vzdělávací obor Chemie ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda

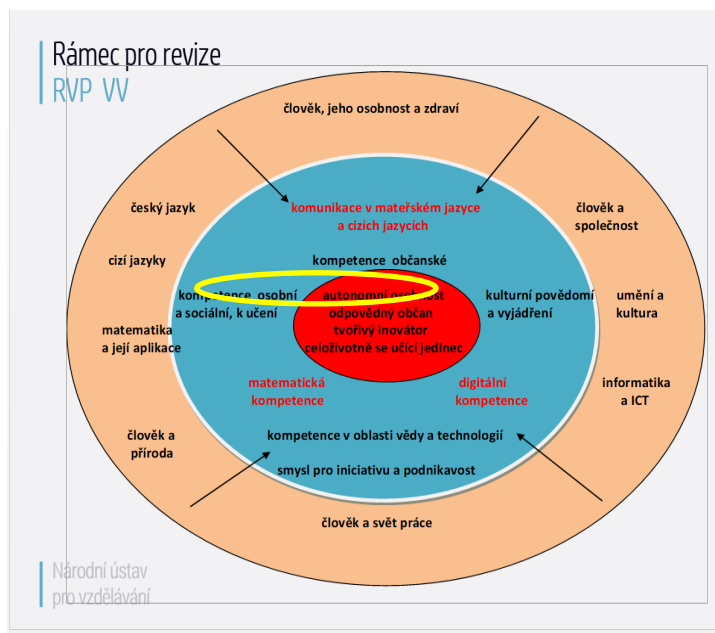
Autoři: Zuzana Bobková, Martina Černá, Hana Čtrnáctová, Svatava Janoušková, Bořivoj Jodas, Iva Kubištová, Martin Rusek

5.1 Návrh změn v celkové koncepci vzdělávání

5.1.1 Zavedení kompetence v oblasti přírodních věd a technologií

V aktuálním pojetí budoucích revizí kurikul vycházejí klíčové kompetence z doporučení Evropského parlamentu a Rady z 18. prosince 2006, o klíčových schopnostech pro celoživotní učení 2006/962/ES⁶. To specifikuje celou řadu kompetencí, mezi nimi kompetenci „**mathematical competence and basic competences in science and technology**“. Tato kompetence reflektuje koncept STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), jehož cílem byl integrující pohled na výuku matematiky, přírodních věd a technologií. Do návrhu pro české prostředí se kompetence rozdělila na dvě dílčí kompetence (viz obr. 1) – **matematickou kompetenci a kompetenci v oblasti vědy a technologií**. Toto rozdělení na dvě části není příliš zásadní, neboť přírodní vědy se bez matematického aparátu neobejdou a kompetence jsou z hlediska přírodních věd propojovány přirozeně.

Obr. 1: Rámec pro revize RVP (prezentace, PhDr. Olga Kofroňová, Ph.D., NÚV)



⁶ Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32006H0962>

Název **kompetence v oblasti vědy a technologií** ale podle našeho názoru nevyjadřuje přesný význam informace, která je v doporučení Evropského parlamentu uvedena. Kompetence v oblasti vědy je totiž definovaná takto: „*Schopností v oblasti vědy se rozumí schopnost a ochota používat soubor znalostí a metod používaných k objasnění přírodních zákonů, ke kladení otázek a k formulaci závěrů založených na důkazech.*“ Je tedy naprosto zřejmé, že vědou v tomto případě není jakýkoli vědní obor, ale specificky **přírodovědné obory**. Z tohoto důvodu považujeme za naprosto zásadní, aby byla kompetence pojmenována jako **kompetence v oblasti přírodních věd a technologií**.

Důvodů pro to shledáváme několik:

- a) Samotný dokument takto kompetenci definuje, navíc v angličtině často pojem věda a přírodní vědy splývá. To dokládá také název integrovaného předmětu v anglosaských kurikulech s názvem Science.
- b) Nelze předpokládat, že pod termínem *kompetence v oblasti vědy* budou všichni rozumět jen vědy přírodní, což v důsledku může znamenat, že by u žáků měly být rozvíjeny také dovednosti v metodách dalších vědních oborů, např. metody výzkumu ve společenských vědách. To je ovšem zcela v rozporu s tím, jak je definice v doporučení Evropského parlamentu uvedena, a zřejmě i s tím, co ČR od žáků do budoucna očekává.
- c) Explicitní vyjádření slova „přírodní vědy“ klade přírodovědné obory naroveň všech ostatních oborů, které jsou svými kompetencemi jednoznačně zastoupeny. To je v době, kdy se zájem o studium přírodovědných oborů nijak nenavýšuje, navzdory deklaraci jejich podpory, a kdy se výsledky žáků v přírodních vědách v mezinárodním srovnání zhoršují (viz výsledky PISA 2015), podle našeho názoru absolutně zásadní.

Podotýkáme také, že považujeme za zásadní pojmenovat diskutovanou kompetenci jako kompetenci v oblasti přírodních věd a technologií i v případě, že by byla pojednána jako oborově specifická kompetence a byla by přiřazena k oblasti Člověk a příroda (viz obr. 2). Na shora uvedených argumentech by tato skutečnost nic neměnila.

Obr. 2: Oborově specifické kompetence (převzato z: Návrh pojetí revizí kurikulárních dokumentů pro všeobecné vzdělávání (PV, ZV, SV) a střední odborné vzdělávání v letech 2016–2020)⁷

vzdělávací oblasti / klíčové kompetence	
Jazyk a jazyková komunikace <i>Český jazyk</i>	• komunikace v mateřském jazyce
Jazyk a jazyková komunikace <i>Cizí jazyky</i>	• komunikace v cizích jazycích
Matematika a její aplikace	• matematická kompetence
Člověk a příroda	• kompetence v oblasti vědy a technologií
Informatika a ICT	• kompetence k práci s digitálními technologiemi
Člověk, jeho osobnost a zdraví	• kompetence k učení
Člověk a společnost	• kompetence sociální a občanské
Člověk a svět práce	• smysl pro iniciativu a podnikavost
Umění a kultura	• kulturní povědomí a vyjádření

5.1.2 Cílové zaměření oblasti Člověk a příroda reflektující nastavení přírodovědné gramotnosti z národní úrovně

Přírodovědná gramotnost je často diskutovaným tématem jak v České republice, tak v zahraničí. Do národního kurikula se tento koncept tradičně neprosazuje, nicméně lze předpokládat, že kompetence v oblasti přírodních věd (a technologií) může do značné míry, nebo zcela, s přírodovědnou gramotností korespondovat. Kompetence by měla být formulována v obecné rovině (úpravou definice Evropského parlamentu), nicméně cílové zaměření oblasti Člověk a příroda, kde se kompetence bude zejména rozvíjet, by pojetí přírodovědné gramotnosti (bez nutnosti jejího explicitního pojmenování) mělo zohlednit.

Z našeho pohledu by bylo vhodné vycházet z konceptu přírodovědné gramotnosti, jak byl vytyčen v roce 2010 Výzkumným ústavem pedagogickým v Praze (blíže viz Faltýn et al., 2010). Domníváme se, že jednotlivé dimenze přírodovědné gramotnosti představují důležité obecné cíle přírodovědného vzdělávání, které by měly být naplňovány s různou mírou důrazu na ně od preprimárního vzdělávání až po vyšší sekundární vzdělávání. Zároveň by tyto cíle měly dobrou vazbu na rozvoj přírodovědného vzdělávání v procesu celoživotního vzdělávání.

Argumenty pro propojení cílů přírodovědného vzdělávání (PřG) s dimenzemi přírodovědné gramotnosti jsou následující:

⁷ Dostupné z: https://www.eduin.cz/wp-content/uploads/2017/04/III_Materi%C3%A1l_N%C3%A1vrh-pojet%C3%AD-reviz%C3%AD-VVSOV.pdf

- a) Vytyčení PřG respektovalo a respektuje důležité aktuální aspekty cílů přírodovědného vzdělávání v globálním kontextu a přírodovědné vzdělávání v ČR se tak nebude vzdalovat mezinárodním cílům.
- b) Cíle respektující vymezené dimenze PřG umožní kontinuitu v možnosti jejich naplňování v přírodovědném vzdělávání od preprimárního po vyšší sekundární vzdělávání, přičemž dimenze mohou být akcentovány podle potřeb každého ze stupňů vzdělávání.
- c) Vymezené dimenze PřG korespondují s dalšími materiály uplatňovanými na úrovni ČR, mj. s Metodikou hodnocení přírodovědné gramotnosti (ČŠI, 2015⁸), která je v současnosti využívána pro hodnocení škol.

5.1.3 Zpřesnění vzdělávacího obsahu kurikula

Návrh pojetí revizí kurikulárních dokumentů pro všeobecné vzdělávání (PV, ZV, SV) a střední odborné vzdělávání v letech 2016–2020 (Návrh do GP čj. MŠMT-38036/2016-1) konstatuje, že „*současné RVP ovšem neplní dostatečně standardizační funkci, o čemž svědčí i to, že si praxe vyžádala vytvoření konkrétnějších standardů, které se v případě českého jazyka a literatury, cizího jazyka a matematiky staly součástí RVP ZV. Stejně tak musely být pro využití při přijímacích a maturitních zkouškách vytvořeny konkrétní katalogy požadavků k těmto státním zkouškám.*“ S tímto konstatováním se expertní panel ztotožňuje a konstatuje, že struktura budoucího kurikula by měla být taková, aby obsahovala požadavky, které mohou mít podobu dobře evaluovatelných očekávaných výsledků učení žáka, ovšem na rozdíl od současného kurikula by měl být **obsah těchto výstupů specifikován učivem** tak, aby bylo jednoznačné, jakým konkrétním vzdělávacím obsahem mají být výstupy naplněny. Učivo by pak oproti stávajícím platným dokumentům mělo být závazné pro všechny stupně vzdělávání.

Domníváme se, že jasné nastavení učiva pro jednotlivé vzdělávací obory, navázané na konkrétní žakovské výkony (očekávané výsledky učení žáka), nejen odstraní nejistotu vyučujících v tom, jaký vzdělávací obsah mají do výuky přesně zařazovat, ale umožní také případnou centralizovanou evaluaci dosažených vzdělávacích výsledků žáků.

⁸ Dostupné z:

<http://www.niqes.cz/Niqes/media/Testovani/KE%20STA%C5%BDEN%C3%8D/V%C3%BDstupy%20KA1/P%C5%99G/Methodika-pro-hodnoceni-rozvoje-PrG.pdf>

Pokud je rozšíření kurikula ve smyslu zpřesnění nežádoucí, lze jeho obsah rozpracovat v typových ŠVP, které by mohly školy buď převzít, nebo je využít při tvorbě vlastních ŠVP.

5.2 Návrh na hlavní změny v požadovaných výsledcích učení žáků

Výsledky učení žáků jsou vždy do značné míry závislé na procesu výuky ve školách. Lze se proto domnívat, že na rozdíl od předchozího kurikula by bylo v současné verzi kurikula vhodné blíže specifikovat metody a postupy ve výuce, které by žákovi umožnily dosáhnout kýžených výsledků. Zdůraznit by se přitom měla významná role **experimentálních a racionálních metod** v přírodovědném vzdělávání, které mohou napomoci žákům lépe pochopit přírodovědná fakta (pojmy, principy, zákony, modely atp.).

Je však potřeba zároveň zdůraznit, že by touto specifikací neměla být zasažena autonomie škol ve volbě vhodných metod a postupů ve výuce podle zaměření školy a jejích preferencí ve vzdělávání žáků. Výčet vhodných metod a postupů by však školy měly směřovat v úvahách o jejich směřování výuky přírodovědných předmětů. Domníváme se také, že naprosto nezbytným doprovodným materiálem k nově zaváděnému kurikulu jsou kvalitní studijní opory a další výukové materiály, které by aplikaci široké škály metod a postupů umožňovaly. MŠMT by pak mohlo přispět k tvorbě takových materiálů nejen tím, že je bude finančně podporovat, ale také tím, že vysokým školám a dalším výzkumným institucím budou publikace hodnoceny v systému RIV jako jiná autorská díla (původní kapitoly v knihách, výzkumné články apod.).

Přírodovědné vzdělávání by mělo být z hlediska cílů i vzdělávacího obsahu zaměřené na:

1. osvojování si a používání základních prvků pojmového systému přírodních věd;
2. osvojování si a používání metod a postupů přírodních věd;
3. osvojování si a používání způsobů hodnocení přírodovědného poznávání;
4. osvojování si a využívání interakcí přírodovědného poznávání s dalšími obory lidského poznávání a jejich praktickými aplikacemi.

Vzdělávací obsah přírodních věd by měl být i nadále zaměřen na propojení poznatků přírodních věd s každodenním životem a měl by směřovat k uplatnění těchto poznatků v osobním i profesním životě. Změna tohoto paradigmatu se od 90. let celosvětově nemění a i v současném moderním světě je toto paradigma považováno za nejlépe uplatnitelné.

Akcent by měl být dále kladen na:

- funkční návaznost očekávaných výsledků učení žáků v přírodovědných oborech, resp. chemii napříč všemi stupni vzdělávání s návazností na celoživotní vzdělávání;
- specifikaci očekávaných výsledků učení žáků pomocí výčtu učiva (v přiměřené míře detailu);
- zlepšení práce s informacemi a s tím související rozvoj čtenářské gramotnosti v přírodovědných oborech;
- propojení poznatků přírodovědného vzdělávání s poznatky dalších vzdělávacích oborů **s možným** využitím obecně přijatých normativních konceptů (např. koncept udržitelného rozvoje – **diskutovaný se všemi jeho klady a zápory**).

5.3 Návrh na způsoby hodnocení požadovaných výsledků učení žáků

Domníváme se, že by bylo vhodné disponovat indikátory kvality přírodovědného vzdělávání, které by školám pomohly orientovat se v tom, které aspekty jsou z hlediska přírodovědného vzdělávání natolik zásadní, že je máme hodnotit na všech úrovních – tj. školní, regionální, národní a nadnárodní. Bylo by například vhodné zvážit nerankingové celoplošné ověřování vzdělávacích výsledků žáků v uzlových bodech vzdělávání, které by školám umožnilo porovnat výsledky s celonárodním průměrem a bylo by dobrým podkladem pro další analýzy národního vzdělávání v jednotlivých vzdělávacích oborech. Očekávané výsledky učení žáků by pravděpodobně nebyly jediným aspektem, který by měl být ve vzdělávání hodnocen, ale jistě by byl jedním z významných indikátorů.

Z hlediska požadovaných výsledků učení žáka je podle našeho názoru naprosto zásadní hodnotit všechny dimenze přírodovědné gramotnosti promítnuté do cílů a vzdělávacího obsahu, jak byly specifikovány v bodech 1–4 oddílu 2, tedy nezaměřovat se výhradně na znalosti přírodovědných faktů, jakkoli ty jsou základem pro pochopení přírodních věd, ale soustředit se také na hodnocení dalších dimenzí, které by prokázaly žakovskou schopnost aplikovat empirické a racionální metody při řešení problémů, či kritické hodnocení přírodovědného poznávání.

Za důležitou považujeme také schopnost žáka srozumitelně se vyjadřovat s využitím jazyka přírodních věd, a to jak ústním, tak písemným projevem, a jeho schopnost číst a pochopit texty

s přírodovědnou problematikou (akcentovat opomíjenou kompetenci komunikace v mateřském případně cizím jazyce). Hodnocení vzdělávacích výsledků žáků nelze provádět jen písemnou formou, je zapotřebí žáky hodnotit i tak, aby byli nuceni se samostatně verbálně vyjadřovat. Důležitá je rovněž schopnost aplikace matematického aparátu (kompetence matematická) a schopnost využívat digitální technologie (součást názvu kompetence).

Domníváme se, že jako v jakémkoli jiném vzdělávacím oboru by měla být aplikována široká škála přístupů k hodnocení vzdělávacích výsledků žáků, jejímž primárním cílem by měl být **zpětnovazební efekt pro žáka**, tj. hodnocení by mu mělo napomoci odstraňovat chyby a nedostatky. Formativní hodnocení by se mělo stát přirozeným protipólem (často jediného uplatňovaného) sumativního hodnocení.

Nedomníváme se ovšem, že konkrétní příklady pro hodnocení žáků v jednotlivých oborech by se podle současného záměru měly stát součástí kurikula. Účelnější by případně bylo vytvořit doprovodný materiál ke kurikulu, který by obecnější styly hodnocení (strukturované pozorování, portfolio žáka, testové úlohy atp.) uváděl v kontextu s přírodovědným vzděláváním.

5.4 Konkretizace návrhů na revizi RVP pro vzdělávací obor Chemie

5.4.1 Zpřesnění vzdělávacího oboru Chemie v nastavení výstupů i v učivu

- Explicitní specifikace pojmů, zákonů, principů a modelů, které se mají žáci naučit (v OVU nebo doplněním učiva).
- Zdůraznění metod racionálního a empirického poznávání již v OVU.
- Zdůraznění kritického myšlení ve vybraných tématech chemie již v OVU.
- Přehodnocení nastavení výstupů z hlediska Bloomovy taxonomie (správné úrovně nastavení pro jednotlivé OVU).

5.4.2 Propojení vzdělávacího obsahu Chemie s běžným životem a navázání na další vzdělávací obory

- Respektování moderních přístupů usilujících o STEM, resp. STEAM.
- Napojení témat chemie na důležitá společenská témata – ochrana životního prostředí, resp. udržitelný rozvoj (ve vyváženém pohledu); zdraví; výživa; ekonomické aspekty (kritické suroviny apod.) – zejména v předškolním vzdělávání a na ZŠ, SOŠ.

5.4.3 Apel na rozvoj čtenářské gramotnosti (komunikační gramotnosti) v souvislosti s osvojením přírodovědné gramotnosti

- Zvážení možnosti zavedení průřezového tematického okruhu „komunikace v chemii“, který by byl zaměřen na:
 - správné využívání pojmového aparátu chemie, včetně používání značek a symbolů a přesného vyjadřování (v mluveném projevu i při psaní textu);
 - schopnost číst texty s chemickými tématy s porozuměním;
 - schopnost kritického zhodnocení vědeckých informací v běžně dostupných textech – pseudovědecké informace, chemofobie.
- Možná větší atraktivita názvů okruhů propojená na žákovskou empirii (pro preprimární, primární i nižší sekundární vzdělávání); možnou inspirací je finské kurikulum (ve smyslu learning policy).

6 SWOT analýza pro účely revize a inovace RVP pro vzdělávací obor Chemie

Autoři: Martina Černá, Svatava Janoušková

SWOT analýza změn v současném kurikulu pro vzdělávací obor Chemie

Silné stránky <ul style="list-style-type: none">- Sjednocení a návaznost oboru ve všech RVP (RVP PV, RVP ZV, RVP G, RVP SOV).- Ucelený pohled na vzdělávací obor Chemie.- Jednoznačné vymezení očekávaných cílů vzdělávání (v OVU nebo zařazením specifického učiva) – lépe revizí RVP, ale žádoucí by bylo také vytvořením typových ŠVP.- Systematický kontinuální rozvoj cílů chemického vzdělávání v rámci jednotlivých stupňů vzdělávání.	Slabé stránky <ul style="list-style-type: none">- Časová náročnost pro úpravy stávajících RVP, resp. přípravy typových ŠVP a jejich ověření v praxi.- Finanční a personální náročnost inovativních metod výuky přírodovědných oborů (specializované učebny, laboratoře, digitální technologie).
Příležitosti <ul style="list-style-type: none">- Vytvoření typových ŠVP pro školy, které by je mohly převzít nebo se jimi inspirovat při tvorbě vlastních ŠVP (pomoc školám v uchopení RVP).- Prostor k diskusi (přestavení, vysvětlení a podpora navazujících metodických materiálů, využití projektů OP VK a OP VVV a jejich výsledků v oblasti přírodovědného vzdělávání).- Podpora mezioborových přesahů v rámci přírodních věd i mezi ostatními obory.	Hrozby <ul style="list-style-type: none">- Opětovné odmítnutí reformy školství při nedostatku podpory školám v jejich aplikaci.- Vnímání přírodovědného vzdělávání nikoliv jako celku, preference konkrétního oboru (chemie, fyzika, přírodopis/biologie, zeměpis/geografie).- Obtížnost akceptování případných změn kurikula (např. inovativní strukturace vzdělávacího obsahu, slučování oborů či jejich částí); vychází z:<ul style="list-style-type: none">o konzervativního přístupu některých učitelů;o nedostatku vhodných didaktických materiálů a učebnic, případně kurzů zaměřených na inovativní přístup ke školnímu kurikulu, které by bezprostředně doprovázely změnu centrálního kurikula ;o stále tradiční příprava budoucích učitelů na VŠ;o obtížné domluvy systémové změny – začít inovacemi ve školách či při přípravě budoucích učitelů.

	<ul style="list-style-type: none">- Obtížné zprostředkování inovativních metod vyučujícím – potřeba většího soustředění se na DVPP v této oblasti.- Omezené využívání moderních digitálních technologií jako vhodného prostředku pro didaktizaci vybraných témat chemie.
--	---

7 Použité informační zdroje

7.1 Tištěné dokumenty

- [1] Beneš, P. (1999). *Reálné modelové experimenty ve výuce chemie*. Praha: PedF UK.
- [2] Breiner, J. M.; Harkness, S. S.; Johnson, C. C.; Koehler, C. M. (2012). What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112 (1), s. 3–11.
- [3] Bruce, B. C.; Bruce, S. P.; Conrad, R. L.; Huang, H. J. (1997). University Science Students as Curriculum Planners, Teachers, and Role Models in Elementary School Classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (1), s. 69–88.
- [4] Blažek, R.; Příhodová, S. (2016). *Mezinárodní šetření PISA 2015: Národní zpráva, Přírodovědná gramotnost*. Praha: ČŠI.
- [5] Clément, P. (2003). Situated Conceptions and Obstacles. The example of Digestion / Excretion In Pssillos, D. *Science Education Research in the Knowledge – based Society*.
- [6] Čížková, V.; Čtrnáctová, H. (2007). Přírodovědná gramotnost – realita, nebo vize? In *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodovedných predmetov*. Bratislava, 2007, s. 19–22.
- [7] Čížková, V.; Čtrnáctová, H. (2016). Současnost a perspektivy badatelsky orientované výuky. *Biológia, ekológia, chémia*, r. 20, č. 3, s. 10–13.
- [8] Čtrnáctová, H.; Cídllová, H.; Trnová, E.; Bayerová, A.; Kuběnová, G. (2013). Úroveň vybraných chemických dovedností žáků základních škol a gymnázií. *Chemické listy*, 107, č. 11, s. 897–905.
- [9] Čtrnáctová, H.; Čtrnáctová, L.; Šmejkal, P. (2015). IBSE in Chemistry Education – Testing Students' Skills and Teacher Training. *LUMAT*, vol. 3, No. 4, s. 556–567.
- [10] Čtrnáctová, H.; Šmejkal, P.; Teplá, M.; Stratilová Urválková, E. (2018a). Focusing and Creating of IBSE Chemical Activities. In Cieśla, P.; Michniewska, A. (Eds.) *Science Teaching in the XXI Century*. Krakov: Pedagogical University of Crakow, s. 7–21.

- [11] Čtrnáctová, H.; Ganajová, M.; Stratilová Urválková, E.; Teplá, M. (2018b). Verification of IBSE Chemical Activities and their Use in Teachers' Training. In Cieśla, P.; Michniewska, A. (Eds.) *Science Teaching in the XXI Century*. Krakov: Pedagogical University of Crakow, s. 22–34.
- [12] Dostál, J. (2015). *Badatelsky orientovaná výuka. Kompetence učitelů k její realizaci v technických a přírodovědných předmětech na základních školách*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- [13] Eshach, H. (2006). *Science Literacy in Primary Schools and Pre-schools*. Springer.
- [14] Eshach, H.; Fried, M. N. (2005). Should Science be Taught in Early Childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14 (3), s. 315–336.
- [15] Faltýn, J.; Nemčíková, K.; Zelendová, E. (Eds.) (2010). *Gramotnosti ve vzdělávání: příručka pro učitele*. Praha: VÚP.
- [16] Fialho, N.; Matos, E. (2010). The Art of Involving Students in Sciences' Learning Using Educational Software Programs. *Educarem Revista*. SPE2, s. 121–136.
- [17] Graham, S.; Perin, D. (2007). A Meta-Analysis of Writing Instruction for Adolescent Students. *Journal of Education Psychology*, 99 (3), s. 445–476.
- [18] Gustafson, B.; Guilbert, S.; MacDonald, D. (2002). Beginning elementary science teachers: Developing professional knowledge during a limited mentoring experience. *Research in Science Education*, 32 (3), s. 281–302.
- [19] Harlen, W.; Qualter, A. (2004). *The Teaching of Science in Primary Schools*. Routledge.
- [20] Held, L. (2011a). Konfrontácia koncepcií prírodovedného vzdelávania v Európe. *Scientia in Educatione*, 2 (1), s. 69–79.
- [21] Held, L.; Žoldošová, K.; Orolínová, M.; Juricová, I.; Kotuláková, K. (2011b). *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (IBSE v slovenskom kontexte)*. Trnava: Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave.
- [22] Held, L. (2014) *Induktívno-deduktívna dimenzia prírodovedného vzdelávania*. Trnava: Trnavská univerzita.

- [23] Hoffstein, A.; Lunetta, V. N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Chemistry Education and Practice*, 5, s. 247–264.
- [24] Janoušková, S.; Hubáčková, L.; Pumpr, V.; Maršák, J. (2014). Přírodovědná gramotnost v preprimárním a raném období primárního vzdělávání jako prostředek zvýšení zájmu o studium přírodovědných a technických oborů. *Scientia in educatione* 5 (1), s. 36–49.
- [25] Janoušková, S. (2015). *Rozvoj přírodovědné gramotnosti žáků ve výuce chemie*. Habilitační práce. Praha: Přírodovědecká fakulta UK.
- [26] Janoušková, S.; Hák, T. (2017) Využití indikátorů udržitelného rozvoje v přírodovědném vzdělávání. In *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie. Ostrava 22.–24. 5. 2017*.
- [27] Janoušková, S.; Žák, V.; Rusek, M. (2018). *Koncept přírodovědné gramotnosti v České republice – analýza a porovnání* (článek je v recenzním řízení).
- [28] Janoušková, S.; Teplý, P.; Čtrnáctová, S.; Maršák, J. (2019) *Vývoj přírodovědného vzdělávání v České republice od roku 1989* (článek je připraven pro recenzní řízení – časopis Scied).
- [29] Kirschner P. A.; Sweller, J.; Clark, R. E. (2006). Why minimal Guidance during Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based teaching. *Educational Psychologist*, 41 (2), s. 75–86.
- [30] Martinez, J. E. (2017). *The search for method in STEAM education*. NY: Palgrave Macmillen.
- [31] OECD (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, revised edition*. Paris: OECD.
- [32] Osborne, J.; Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections* (Vol. 13). London: The Nuffield Foundation.
- [33] Osborne, R. J.; Freyberg, P. (1985). *Learning in Science: The implications of 'Children's Science'*. New Zealand: Heinemann.

- [34] Osborne, J.; Wittrock, M. (2003). Learning Science: A generative process. *Science Education*, 77, s. 393–406.
- [35] Pumpr, V.; Janoušková, S.; Kudrna, T. (2015). *Na stopě záhad – chemické pokusy s rozvíjejícími úlohami*. Praha: Eduko.
- [36] Shanahan, C. (2004). Teaching Science Through Literacy. In Jetton, T. L.; Dole, J. A. *Adolescent Literacy Research and Practice*. New York, London: The Guildford Press.
- [37] Siváková, M.; Ganajová, M.; Čtrnáctová, H.; Sotáková, I. (2018). Rozvoj zručností 21. storočia prostredníctvom učebných úloh z chémie. In *Chemické učebné úlohy pre rozvoj a overovanie kompetencií 21. storočia*. Bratislava: ŠPÚ.
- [38] Sjoberg, S. (2015). PISA and Global Educational Governance – A Critique of the Project, its Uses and Implications. *Euroasia Journal od Mathematics, Science and Technology Education*, 11 (1), s. 111–127.
- [39] Yore, L. D.; Hand, B.; Goldman, S. R.; Hildebrand, G. M.; Osborne, J. F.; Treagust, D. F.; Wallace, C. S. (2004). New Directions in Language and Science Education Research. *Reading Research Quarterly*, 39 (3), s. 347–352.
- [40] Van Driel, J. H.; Beijaard, D.; Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (2), s. 137–158.
- [41] Wellington, J.; Osborne, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Buckingham: Open University Press.
- [42] Wolfe, P. (2010). *Brain matters: Translating research into classroom practice*. Alexandria: ASCD.
- [43] Beneš, P.; Kudrna, T. (2014). Průmyslová realizace pomůcek pro experimentální výuku základů chemie. *Chemagazín*, 4, s. 41–42.
- [44] Beneš, P.; Kudrna, T.; Pumpr, V. (2013). *Soupravička pomůcek pro mé pokusy*. Neratovice: Lach-Ner, s.r.o.
- [45] Dvořák, D. (2012). *Od osnov ke standardům: proměny kurikulární teorie a praxe*. Praha: PedF UK.

- [46] Kuželová, N. (2014). *Interdisciplinární přístup k výuce přírodovědných předmětů na středních odborných školách nechemického zaměření*. Praha.
- [47] Pumpr, V.; Adamec, M.; Beneš, P.; Scheuerová, V. (2008). *Základy přírodovědného vzdělávání: chemie*. Praha: Fortuna.
- [48] Rocard, M.; Csermely, P.; Jorde, D.; Lenzen, D.; Walberg-Henriksson, H.; Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brusel: European Commission.
- [49] Rusek, M. (2011). Chemie pro žáky SOŠ nechemického zaměření. In Bendl, S.; Zvířotský, M. (Eds.) *Místo vzdělávání v současné společnosti: paradigma – ideje realizace* (s. 7). Brno: Tribun.
- [50] Rusek, M. (2013). *Výzkum postojů žáků středních škol k výuce chemie na základní škole*. Disertační práce. Praha.
- [51] Rusek, M. (2014). Standardy základního vzdělávání pro výuku chemie. *Pedagogika*, 64 (4), s. 422–428.
- [52] Rusek, M.; Köhlerová, V. (2012). Výuka chemie na SOŠ s ohledem na zaměření jednotlivých oborů. In *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied*. Trnava: TU v Trnavě, s. 312–316.
- [53] Rusek, M.; Pumpr, V. (2009). Výuka chemie na SOŠ nechemického směru. In M. Bílek (Ed.) *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX*. Hradec Králové: Gaudeamus, s. 200–206.
- [54] 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), s. 1–34.
- [55] Trna, J. (2013). Fyzika: Záhadná setrvačnost těles v jednoduchých experimentech. In Janík, T. a kol. (Eds.) *Kvalita (ve) vzdělávání: obsahově zaměřený přístup ke zkoumání a zlepšování výuky*. Brno: Masarykova univerzita, s. 284–293.
- [56] Van den Berg, E. (2013). The PCK of Laboratory Teaching: Turning Manipulation of Equipment into Manipulation of Ideas. *Scientia in Education*, 4 (2), s. 74–92.

- [57] Vojíš, K.; Holec, J.; Rusek, M. (2017). Přírodopisné a chemické úlohy pro základní vzdělávání a jejich metodické komentáře. In Rusek, M.; Stárková, D.; Bílková Metelková, I. (Eds.) *Projektové vyučování v přírodovědných předmětech XIV*. Praha: PedF UK, s. 221–228.

7.2 Elektronické dokumenty

- [58] Generátor citací. *Citace.com* (2012). Dostupné z: <http://generator.citace.com/>
- [59] ČŠI (2016). *Tematická zpráva – Vzdělávání v globálních a rozvojových tématech v základních a středních školách*. Dostupné z: http://www.csicr.cz/html/TZ_globalni_rozvoj_temata/flipviewerexpress.html.
- [60] ČŠI (2017). *Koncepce mezinárodního šetření TIMSS 2017*. Dostupné z: http://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el_publicace/Mezin%3%a1rodn%3%ad%20%5%a1et%5%99en%3%ad/Koncepce_TIMSS_2015.pdf
- [61] Houang, R. T.; Schmidt, W. H. (N. A.). *TIMSS International Curriculum Analysis and Measuring Educational Opportunities*. Dostupné z: https://www.iea.nl/sites/default/files/irc//IRC2008_Houang_Schmidt.pdf
- [62] Janoušková, S.; Kudrna, T.; Pumpr, V.; Beneš, P.; Holasová, T. *Základy přírodovědného vzdělávání pro ZŠ, SOŠ a SOU: Rozvoj čtenářské gramotnosti ve výuce chemie*. Dostupné z: <http://www.lach-ner.com/zadani-uloh/t-384/?n=11>.
- [63] Maršák, J.; Janoušková, S. (2006). *Trendy v přírodovědném vzdělávání*. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/1055/trendy-v-prirodovednem-vzdelavani.html/>
- [64] MŠMT (2017). *Vývojová ročenka školství 2007/08–2017/18*. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/statistika-skolstvi/vyvojova-rocenka-skolstvi-2007-08-2017-18>
- [65] OSN. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, A/RES/70/1*. 2015. Dostupné z: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E.

- [66] NÚOV (2012). *Rámcové vzdělávací programy*. Dostupné z:
<http://www.nuov.cz/ramcove-vzdelavaci-programy>
- [67] NÚOV (2007). *Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání 78-42-M/02 Ekonomické lyceum*. Dostupné z:
<http://zpd.nuov.cz/RVP/ML/RVP%207842M02%20Ekonomicke%20lyceum.pdf>



NÁRODNÍ ÚSTAV
PRO VZDĚLÁVÁNÍ
Weilova1271/6
102 00 Praha 10
www.nuv.cz