

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra chemie a didaktiky chemie

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zelená chemie ve všeobecném vzdělávání pohledem učitelů základních škol
a nižších gymnázií

Green Chemistry in General Education from the point of Secondary Teachers

View

Bc. Karolína Kavanová

Vedoucí práce: Prof. PhDr. Martin Bílek, Ph. D.
Studijní program: Učitelství pro střední školy
Studijní obor: Učitelství všeobecně vzdělávacích předmětů pro základní školy
a střední školy chemie – biologie

Odevzdáním této diplomové práce na téma Zelená chemie ve všeobecném vzdělávání pohledem učitelů základních škol a nižších gymnázií potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Praha 2024

Ráda bych tímto způsobem poděkovala panu prof. PhDr. Martinu Bílkovi, Ph.D. za vedení mé práce. Především za vždy přítomnou vstřícnost a cenné rady, které mě doprovázely během vypracování této diplomové práce.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá tzv. zelenou chemií, jejími základními dvanácti principy a možnostmi jejich aplikace ve výuce na základních školách a nižších gymnáziích. Teoretická část je zaměřena na charakteristiku zelené chemie a její specifika. Praktická část se zabývá jednak analýzou učebnic chemie a jednak zkoumáním zkušeností a postojů učitelů k zelené chemii, jejich povědomím o tomto přístupu a možném začlenění zelené chemie do výuky na základních školách a nižších gymnáziích. Výzkumným nástrojem pro získání dat od učitelek/učitelů vybraných škol je polostrukturovaný rozhovor. Získaná data jsou následně zpracována a porovnána s výsledky dat, které vyplynuly z analýz učebnic pro základní školy/nižší gymnázia. Odpovědi získané od jednotlivých respondentů poukázaly na korelaci mezi zařazením zelených témat do výuky chemie na základních školách/nižších gymnáziích a výskytem daných témat napříč učebnicemi. Dále nám pomohly odhalit limity zelené chemie, které mohou nastat při jejím zařazování do výuky chemie na základních školách/nižších gymnáziích. Těmito limity jsou především přílišná náročnost některých z principů zelené chemie, nedostatek času z důvodu řazení environmentálních témat ke konci školního roku a absence výukových materiálů pro učitele i pro žáky.

KLÍČOVÁ SLOVA

zelená chemie, udržitelná chemie, 12 principů zelené chemie, výuka chemie na ZŠ a nižším gymnáziu, názory učitelů chemie

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the so-called Green Chemistry, its twelve basic principles and the possibilities of its application in teaching at lower secondary schools and lower level of high schools. The theoretical part is focused on the characteristics of Green Chemistry and its specifics. The practical part deals with an analysis of chemistry textbooks and especially the examination of teachers' experiences and attitudes to Green Chemistry, their awareness of this approach and the possible integration of Green Chemistry in teaching at lower secondary schools/lower level of high schools. The research instrument used to collect data from teachers at selected schools is a semi-structured interview. The data obtained is then processed and compared with the data results that emerged from the analysis of the textbooks for lower secondary schools/lower level of high schools. The responses obtained from the individual respondents indicated a correlation between the inclusion of green topics in the teaching of chemistry in lower secondary schools/lower level of high schools and the occurrence of the topics across textbooks. Further, they helped reveal the limitations of Green Chemistry that may arise in its inclusion in lower secondary schools/lower level of high schools.

These limitations are mainly the excessive complexity of some of the principles of green chemistry, the lack of time due to the sequencing of environmental topics towards the end of the school year, and the absence of teaching materials for both teachers and students.

KEYWORDS

Green chemistry, sustainable chemistry, 12 principles of Green Chemistry, chemistry education at lower secondary schools and lower level of high school, teachers' opinions

Obsah

Úvod.....	8
1 Teoretická část.....	10
1.1 Historický kontext zelené chemie na globální úrovni.....	10
1.2 Historický kontext zelené chemie v pojmech.....	13
1.3 Dvanáct principů zelené chemie (volně dle Warner, Cannon a kol., 2004).....	13
2 Praktická část.....	20
2.1 Analýza prvků zelené chemie v kurikulárním dokumentu RVP ZV.....	20
2.1.1 Prvky zelené chemie v RVP ZV – očekávané výstupy a učivo	21
2.1.2 Prvky zelené chemie v RVP ZV – klíčové kompetence	23
2.1.3 Prvky zelené chemie v RVP ZV – průřezová témata	23
2.2 Analýza učebnic chemie pro základní školu z pohledu zelené chemie.....	26
2.2.1 Učebnice chemie pro 8. ročník ZŠ z nakladatelství Nová škola	26
2.2.2 Učebnice chemie pro 9. ročník ZŠ z nakladatelství Nová škola	30
2.2.3 Učebnice chemie pro ZŠ z nakladatelství Fraus pro 8. ročník	35
2.2.4 Učebnice chemie pro ZŠ z nakladatelství Fraus pro 9. ročník	41
2.2.5 Učebnice chemie pro ZŠ z nakladatelství Taktik pro 8. ročník	44
2.2.6 Učebnice chemie pro ZŠ z nakladatelství Taktik pro 9. ročník	47
2.2.7 Učebnice chemie pro 8. ročník ZŠ z nakladatelství Fortuna.....	52
2.2.8 Učebnice chemie pro 9. ročník ZŠ z nakladatelství Fortuna.....	56
2.3 Rozhovory s učitelkami/učiteli základních škol a nižších gymnázií.....	64
2.3.1 Teoretické východisko, cíle výzkumu a výzkumná otázka	64
2.3.2 Výzkumná metoda a sběr dat	64
2.3.3 Vzorek respondentů a jeho kritéria	66
2.3.4 Etické aspekty výzkumu.....	66
2.3.5 Analýza sběru dat	67
2.3.6 Vyhodnocení rozhovorů a interpretace výsledků	67

Závěr.....	83
Seznam použitých informačních zdrojů	86
Seznam příloh.....	92

Úvod

Zelená barva je v psychologii vnímána jako barva přírody, života či jara. Na člověka by měla působit uklidňujícím a regeneračním dojmem (Dylevský, 2005). Název „zelená chemie“ snad téměř v každém vyvolá asociaci spojenou se šetrnějším využitím chemie k životnímu prostředí či přírodě samotné. Nicméně, „otec“ zelené chemie, Paul Anastas, který stále působí na akademické půdě na univerzitě v Yale, poukazuje na další dvě významné spojitosti zelené barvy. Jedním z nich je ekonomický aspekt, který v Američanech probouzí jeho bezprostřední spojitost s vždy zeleným dolarem. Tímto se snaží bojovat s jakousi celosvětovou miskoncepcí, která automaticky vede k obavám společnosti, že vše zelené či ekologické je po finanční stránce nákladné. Druhým z nich, a možná i více podstatným, je vnímání zelené barvy jako něčeho nového, něčeho mladého (Anastas, Beach, 2007).

Globální oteplování s sebou nese hned několik problémů, jakými jsou např. výraznější teplotní výkyvy, srážkové změny, tání ledovců s důsledkem zvyšování hladiny vody v oceánech či samotné okyselování oceánů. Vědci se snaží poukazovat na dopady globálního oteplování, které můžeme pocítit na vlastní kůži a sledovat jej tak v reálném čase. Změny můžeme zaznamenat snad ve všech ekosystémech. Antropogenní činnost, chtě nechtě, s sebou nese důsledky v podobě globálního oteplování, a udává tak směr, kterým bychom se jako společnost měli vydat (MŽP, 2021).

Návrh na změnu ve vzdělávání ve Velké Británii, který byl vydán v roce 2021 Královskou chemickou společností (RSC), zdůrazňuje nutnost integrace udržitelné (zelené) chemie do svých osnov. Vychází tak z výzkumu, který byl prováděn RSC ve Spojeném království Velké Británie a Severního Irsku, který poukazuje na to, že osm z deseti chemických výzkumníků pracuje na environmentálních výzvách. Jejich následující výzkum pak předkládá názory žáků a učitelů ohledně nedostatečné propagace o udržitelnosti a celkově o globálních změnách (RSC, 2021).

Proto je zcela zásadní do výuky na základních a středních školách vnášet prvky zelené chemie a připravit tak budoucí generace na změny, které nás ve společnosti nevyhnutelně čekají.

Teoretická část diplomové práce se zabývá historickým přehledem samotného vzniku zelené chemie a objasněním jejích dvanácti principů, které myšlenky zelené chemie vystihují (Anastas, Williamson, 1996). Praktická část diplomové práce mapuje výskyt prvků zelené chemie v kurikulárních dokumentech, tj. ve vzdělávacích programech a v učebnicích chemie pro základní vzdělání. Zjištěné poznatky jsou potom konfrontovány s názory a zkušenostmi učitelek/učitelů

chemie, získanými s využitím polostrukturovaných rozhovorů. Zjištění z rozhovorů nám poskytují možnost lépe pochopit stanoviska, která vůči zelené chemii učitelky/učitelé zastávají, a zda, a případně jak, se myšlenky zelené chemie snaží do své výuky zapojit.

1 Teoretická část

1.1 Historický kontext zelené chemie na globální úrovni

Problémy životního prostředí si lidstvo začíná prvně uvědomovat v souvislosti s průmyslovou revolucí ve 40. letech 20. století. Nárůst industrializace se stal klíčovým milníkem pro vývoj světové ekonomiky. Rychlý nárůst populace se tak stal důvodem rychlého navyšování produkce potravin, a tím i nadměrného zasahování do krajiny. Tímto způsobem se přírodní zdroje ve velké míře začaly využívat bez ohledu na životní prostředí. Důsledky, které v budoucnu mohou způsobit velké environmentální problémy, ale zatím nikdo nehledal (Tobiszewski a kol., 2009).

První obavy o životní prostředí se veřejně objevily v roce 1949 na odborné konferenci OSN o ochraně a využívání zdrojů v USA, ale do skutečného centra pozornosti se dostaly až v roce 1968 na *Konferenci o ochraně a racionálním využívání zdrojů biosféry* známé jako *Konference o biosféře* pod vedením UNESCO (Farias, Fávaro, 2011).

Vydání knihy *Silent spring* roku 1962 (Carson, 1962), která dokumentovala nepříznivé vlivy dotýkající se životního prostředí, zejména nadměrným používáním pesticidů, podnítilo, a dalo tak základ současnému ekologickému hnutí. Autorka knihy Rachel Carson tak obvinila chemický průmysl ze šíření dezinformací ohledně využívání pesticidů, které nepůsobí pouze na škůdce, které mají likvidovat, ale neupozorňují na jejich akumulaci v živočišných tkáních. Jako příklad uvádí dobře známou látku DDT, u které byla prokázána bioakumulace dokonce až u dravých ptáků, kteří se nacházejí na vrcholu potravní pyramidy, např. v porovnání s hlodavci, kteří DDT ve svých tkáních akumulují díky přímému kontaktu s potravou kontaminovanou pesticidy. Její kniha nezanechala lhostejnou jak veřejnost, tak ani samotné hlavy států, a dala tak podnět pro vznik mnoha organizací pro ochranu životního prostředí. V důsledku toho vznikaly nové instituce zaměřené na environmentální problematiku. Jednou z důležitých institucí, která vznikla jako odezva na knihu *Silent spring* byla v USA federální Agentura pro ochranu životního prostředí – EPA (Lutts, 1985).

Dalším důležitým milníkem v oblasti ochrany životního prostředí se stala stockholmská *Konference OSN o životním prostředí člověka* konaná v roce 1972, které se zúčastnili zástupci mnoha zemí, včetně OSN a řady nevládních organizací, které se problematikou životního prostředí zabývaly (OSN, 1972). Konference nejen přinesla první dokument na mezinárodní úrovni, který právně zohledňuje životní prostředí a samotné právo lidstva pro zdravé životní prostředí, ale dala

také podmět pro další rozvoj práv pro životní prostředí na mezinárodní úrovni i dalších nestátních organizací (Hák, Kolářová a Molda, 2002; OSN, 1972).

Stockholmská konference vyvolala ve světě řadu ohlasů, a proto se 80. léta 20. století nesla v duchu dalších četných konferencí zabývajících se životním prostředím. V roce 1983 vytvořila OSN *Světovou komisi pro životní prostředí a rozvoj* ve snaze vypracovat zprávu o světovém životním prostředí a rozvoji (Brundtland, 1987).

O čtyři roky později, roku 1987, vydává *Světová komise pro životní prostředí a rozvoj* zprávu *Naše společná budoucnost* jindy známá jako tzv. *Brundtlandova zpráva* (Brundtland, 1987), která poprvé v historii definuje koncept udržitelného rozvoje jako rozvoj, který by měl naplňovat potřeby generace současné a zároveň neohrožoval generace budoucí při uskutečňování svých potřeb. Ve zprávě se také objevují konkrétní problémy životního prostředí, jakými jsou např. dopady globálního oteplování či poškození ozónové vrstvy. Zajímavé je, že zpráva vystupovala okrajově i proti vědcům, kdy uvedla, že schopnost vědců zhodnotit a navrhnout řešení na výše zmíněné problémy byla nižší než rychlost změny klimatu celkově (Marco, Rechelo a kol., 2019).

V roce 1991 zahájila EPA program *Alternativní syntetické cesty pro prevenci znečištění* (EPA, 1991), který přišel s novou filozofií a politikou kontroly rizik toxických chemických produktů. V programu byl kladen důraz na to, aby se předcházelo problémům spojeným s toxickými látkami a především byla vyzdvihnuta skutečnost, že nejlepší prevencí je látky toxické neprodukovat (Woodhouse, Breyman, 2005).

Tentýž rok vzniká program s výstižnějším názvem *Zelená chemie* (EPA, 1991), který byl rozšířen o další témata, která úzce souvisí s udržitelností. Jedním z nich jsou např. ekologická rozpouštědla či využívání bezpečnějších chemikálií. Program tak vyvíjí tlak na velké společnosti, aby se začaly více zaměřovat kromě svých ekonomických zisků také na zisky ekologické (Farias, Fávaro, 2011).

Devadesátá léta se celosvětově nesla v duchu ochrany životního prostředí. Jako další příklad můžeme uvést *Mezinárodní konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji* nesoucí název *ECO-92* (u nás známější jako tzv. *Summit Země*), která se roku 1992 konala v Rio de Janeiru (ECO 92, 1994). Konference vyústila ve vypracování dokumentu s názvem *Agenda 21*, ve kterém byl např. kladen důraz na ochranu vodních zdrojů, atmosféry, zachování biodiverzity a také na bezpečnější nakládání s odpady a chemikáliemi (ECO 92, 1994).

Z výše zmíněného dokumentu vychází tzv. *Místní Agenda 21*, která směřuje svou pozornost na regionální úroveň ve snaze zapojit obyvatele do ekologických aktivit, jakými jsou např. třídění odpadu či šetrnější způsob výtopu v domácnostech (Strong, 1991; Xavier, Jacobi, Turra, 2019).

V roce 1995 získala EPA podporu od amerického prezidenta Billa Clintona k vytvoření každoročního programu pro udělování cen (GCC), které zohledňují vědecké inovace v akademické sféře či průmyslu s ohledem na zelenou chemii (Cann, 1999).

V roce 1997 byl v Americe vytvořen neziskový *Institut zelené chemie* (GCI), který měl za úkol podporovat chemickou komunitu směrem k udržitelnosti (ACS, 2024). O čtyři roky později, roku 2001, se GCI připojuje k *Americké chemické společnosti* (ACS), aby mohla řešit ekologické problémy na globální úrovni. Pomocí výzkumů se institut snažil integrovat zelenou chemii jak do průmyslových odvětví, tak do vzdělávání či konferencí na světové úrovni (ACS, 2024).

Po třiceti letech od stockholmské konference se v roce 2002 ve městě Johannesburg v Jihoafrické republice konala konference *Rio +10* (u nás známější pod názvem *Světový summit o udržitelném rozvoji*). Na konferenci byly přítomny státní i nestátní organizace, velké společnosti a zúčastnili se jí i novináři (Sequinel, 2002).

Roku 2005 ACS *Institut zelené chemie* a globální farmaceutické společnosti založily panelovou diskusi, aby umožnily zelené chemii a zelenému inženýrství proniknout do farmaceutického průmyslu (Poechlauer, Manley a kol., 2012).

V roce 2012 se zelená chemie opět dostává do brazilského Rio de Janeira, kde se koná konference *Rio +20*, při které byl přijat dokument *Budoucnost, kterou chceme* (RIO +20, 2012). Dokument především potvrzuje své přechozí závazky vůči udržitelnosti a nově je pozornost věnována zelené ekonomice, která se snaží zachovávat principy udržitelného rozvoje (Sánchez, 2012).

Dalším dokumentem na globální úrovni zohledňující zelenou chemii je *Agenda 2030*, která vychází z konference z New Yorku OSN v roce 2015 (OSN, 2015). V dokumentu se nachází celkem 17 cílů, kde se některé z nich zabývají udržitelností přírodních zdrojů, ochranou biodiverzity a oceánů (Colglazier, 2015).

Avšak poslední zmínkou ohledně „globalizace zelené chemie“ můžeme zmínit rok 2021, kdy OSN vyhlásila dekádu pro obnovu ekosystému, aby zdůraznila dopady globálního oteplování a ochranu biologické diverzity ve světovém měřítku (Ecosystem Restoration, 2021).

1.2 Historický kontext zelené chemie v pojmech

Jako první, kdo použil termín „zelená chemie“ ve svém článku, byl roku 1990 Cathcart (1990), který se zamýšlel nad výhodami a nevýhodami vzrůstajícího irského chemického průmyslu, avšak neuvažoval o zelené chemii jako o celkovém konceptu. S první filozofií zelené chemie se setkáváme až o pár let později, kdy roku 1996 byla vydaná publikace od Paula Anastase a Tracy Williamsona *Green Chemistry: An Overview* (1996). Zde autoři prvně představují zelenou chemii jako celek, směr, jímž kterým by se společnost měla vydat. Publikace představuje jakousi hnací sílu za novým poznáním. Je z ní cítit snaha přemýšlet o věcech jiným způsobem a zároveň hovoří o jejich nezdarech, se nimiž se však můžeme setkat i v běžných chemických disciplínách, ve kterých není brán ohled na zelenou chemii (Anastas, Williamson, 1996).

O dva roky později se setkáváme s další publikací od Paula Anastase a Johna Warnera (1998), kteří ve svém díle *Green Chemistry: Theory and Practice* představují 12 principů zelené chemie, které obletěly celý západní svět. Daly vzniku podrobnějšímu popisu zelené chemie, a umožnily tak široké veřejnosti lépe pochopit celý její koncept. Principy jsou používány dodnes a hrají klíčovou roli při vymýšlení nových technologických postupů. Hlavním cílem je snaha o minimalizaci environmentálních a pracovních rizik (Anastas, Warner, 1998).

Podstatu a zásady zelené chemie nejlépe vystihuje jejich 12 principů, které lze najít snad v každé elektronické či tištěné zmínce o zelené chemii. Následujících dvanáct principů zelené chemie, které byly tehdy formulovány na základě výsledků nově vznikajících výzkumů a alternativnějších postupů, nám lépe pomůžou pochopit podstatu zelené chemie.

1.3 Dvanáct principů zelené chemie (volně dle Warner, Cannon a kol., 2004)

1) Zamezení vzniklého odpadu

První princip se snaží poukazovat na skutečnost, že je lepší předcházet tvorbě odpadu samotného než s ním později nakládat. Na úrovni laboratorního výzkumu se ukázalo, že likvidace vznikajícího odpadu často převažuje cenu potřebných výchozích surovin. V průmyslovém sektoru tomu není jinak.

Příkladem firmy, která si se zamezením vzniku odpadu poradila je farmaceutická společnost Pfizer. V roce 2002 získala cenu za alternativní syntetickou cestu v soutěži *Green Chemistry Challenge* (GCC) při přepracování dosavadní výroby sertralínu, jenž je účinnou složkou antidepresiva Zoloft¹. Společnost Pfizer se tak mohla chlubit zamezením

sedmi set tunám vzniklého odpadu ročně a zároveň ukázala na ekonomické výhody svého nového výrobního postupu (EPA, 2002a).

2) Atomová ekonomika

Druhý princip hovoří o syntetických metodách, které by měly být naplánovány tak, aby nanejvýš začlenily všechny použité výchozí látky do konečných produktů.

V průběhu let se přicházelo s mnoha novými postupy, které zvyšovaly samotné výtěžky žádaných produktů reakcí, ale také zvyšovaly výtěžnost produktů nechtěných vedlejších reakcí. Proto je nezbytné nahlížet na všechny aspekty zároveň.

Příkladem společnosti, která našla „zelenější“ způsob výroby svých produktů je BHC, která roku 1991 přišla s novým postupem výroby dobře známého analgetika Ibuprofenu. Dřívější technologický postup se skládal z šesti kroků, které kromě žádaného Ibuprofenu zahrnoval i velké množství nežádoucího odpadu. Valná většina odpadu vznikla v důsledku velké přeměny výchozích látek na nežádoucí produkty vedlejších reakcí. Nový syntetický postup zahrnoval pouze tři kroky a většina atomů z výchozích látek byla zakomponována do produktu žádaného (Ibuprofenu) a pouze z malé části se staly z atomů výchozích látek produkty reakcí vedlejších. Šetrnější postup nejen snížil ekologickou náročnost výroby, ale ušetřil společnosti i finance na likvidaci nechtěného odpadu. V roce 1997 byla společnost BHC oceněna prestižní cenou GCC (EPA, 1997).

3) Méně nebezpečné chemické procesy

Třetí princip zelené chemie se snaží o eliminaci nebezpečných látek pro člověka a životní prostředí, ať už činidel, která byla pro chemický postup využita či jejich produktů.

Příkladem zavedení třetího principu zelené chemie do praxe může být nový chemický způsob přípravy kyseliny adipové, která je v průmyslu hojně využívána např. pro syntézu nylonu či polyuretanu. Dříve byl pro její přípravu využit benzen v reakci s kyselinou dusičnou, který je znám svými karcinogenními účinky. Dnes se pro přípravu kyseliny adipové využívá postup, který navrhli Karen Drathsová a John Frost z Michiganské univerzity. Pro syntézu kyseliny adipové využili přeměnu glukózy pomocí enzymu, jenž byl získán z geneticky modifikované bakterie (Hills, 2009).

4) Navržení bezpečnějších chemikálií

Čtvrtý princip nám sděluje, že by produkty měly být navrženy tak, aby byla zachována jejich funkčnost, ale zároveň by neměly být toxické. Opět se nám nabízejí látky, které můžeme najít v přírodě. Nejen že takové látky můžeme označit za téměř nevyčerpatelné, ale především se budou pyšnit svou snadnou odbouratelností.

Takovým příkladem může být záměna toxického xylenu, který je využíván jako organické rozpouštědlo v laboratořích, za limonen. Limonen je terpen, který je hojně obsažen v kůrách citrusů a už dlouhá léta je využíván v potravinářském či kosmetickém průmyslu. Díky své hořlavosti o něm můžeme uvažovat jako o biopalivu (Pagliaro, Fabiano-Tixier a Ciriminna, 2023).

5) Bezpečnější rozpouštědla a činidla

Pátý princip zelené chemie hovoří o volbě vhodných látek, které se nepřímo podílí na tvorbě chemických produktů, rozpouštědel či pomocných látek. Využití rozpouštědel by mělo být silně omezeno. Pokud chemický postup může být uskutečněn i bez rozpouštědel, je vhodné je z procesu odstranit, a pokud to nejde, je žádoucí najít rozpouštědlo s co nejmenší možnou toxicitou.

Příkladem inovační změny můžeme uvést společnost Dow, která se zabývá výrobou pěnových desek z polystyrenu. Společnost dříve využívala freony jako vyfukovací činidla, o kterých víme, že dokážou narušit ozonovou vrstvu a zároveň jsou i skleníkovými plyny, jež se podílejí na globálním oteplování. Dow vyměnila halogenderiváty uhlovodíků za oxid uhličitý, který získává pouze již od stávajících společností a z přírodních zdrojů, které produkují oxid uhličitý jako vedlejší produkt, a tím pádem samotný proces nebude přispívat ke zvyšování skleníkových plynů v atmosféře. Společnost díky inovaci dostala roku 1996 cenu GCC (EPA, 1996).

6) Energetická účinnost

Šestý princip zelené chemie zahrnuje efektivnější využití energie. Neříká nám, že nemáme energii využívat vůbec a vrátit se tak o pár století dozadu, máme s ní zacházet pouze chytřeji. Pokud problematiku vztáhneme na jednotlivce, neplýtvat energií se nabízí jako jedno ze snadných řešení, které můžeme ovlivnit sami tím, že se energeticky, a tím

i ekonomicky uskromníme. Nemusí to ovšem znamenat, že se o něco ochudíme. Snad téměř v každé domácnosti najdeme mikrovlnnou troubu, která díky mikrovlnnému záření dokáže zkrátit dobu ohřevu pokrmu a zamezit ztrátám tepla do okolí, se kterými se běžně setkáme např. u běžných plynových či elektrických sporáků. V chemické laboratoři tomu není jinak. Z pohledu termodynamiky můžeme rozdělit chemické reakce na endotermické, které potřebují určitou energii, aby překonaly svou aktivační energii a reakce se tak mohla uskutečnit, nebo exotermní, kde je naopak potřeba chlazení, aby reakce mohla být řízena tak, jak chceme. Šestý princip zelené chemie se snaží apelovat na hledání nových chemických postupů, které by byly prováděny co nejbližší podmínkám za běžného tlaku a běžné laboratorní teploty, aby se zamezilo zbytečné energetické náročnosti. Takové snížení potřebné energie umožňují nové katalytické technologie.

Příkladem je společnost Süd-Chemie, která v roce 2003 vyhrála cenu GCC za prakticky nulové vypouštění odpadních vod při výrobě katalyzátorů. Jejich katalyzátory jsou využívány pro výrobu vodíku a čistých paliv, avšak při jejich syntéze docházelo k vypouštění velkého množství odpadních vod. Pro syntézu katalyzátorů byly dříve využity dusičnany kovů, které měly za následek další znečišťování, a to v podobě oxidů dusíku. K výrobě katalyzátorů teď využívají čisté kovy, které se pomocí slabé organické kyseliny aktivují a uvolní tak elektrony. Dále využívají vzdušný kyslík za běžných podmínek jako oxidační činidlo, které dává vznik pevnému poréznímu oxidu. Nový technologický způsob nejen zamezil velkému množství vzniku odpadních látek, ale také snížil spotřebu vody a především energie (EPA, 2003).

7) Využití obnovitelných surovin

Sedmý princip klade důraz na práci s látkami, které by neměly být vyčerpatelné. Příkladem může být společnost NatureWorks, která roku 2002 získala cenu GCC za práci s polymery. Využívají kyselinu mléčnou, kterou lze získat přirozenou fermentací biomasy. Následnou polymerací získávají kyselinu polymléčnou (PLA), která je využita pro výrobu oděvů či plastů. Výrobky lze nejen recyklovat, ale dokonce také kompostovat (EPA, 2002b).

8) Zamezení derivatizace

Osmý princip zelené chemie apeluje na omezení vzniku derivátů, které jsou nežádoucí a ve valné většině končí jako odpadní produkty.

Jedna z možností, která se nabízí v boji proti nechtěným derivátům, je používání tzv. ochranných skupin. Ochranná skupina se dokáže navázat na funkční skupinu části molekuly, u které nechceme, aby se účastnila reakce. Svou prostorovou blokadou jednoduše zamezí navázání nechtěné skupiny. Problém nastává při jejím odstraňování, kdy musejí být využita specifická činidla, a tím se opět dostáváme ke vzniku zbytečného odpadu.

Jako řešení se v zelené chemii nabízí využití enzymů. Enzymy dokážou být natolik specifické, že často dokáží reagovat pouze s jednou určitou částí molekuly a zbytek zanechají bez povšimnutí. Reakce tak může proběhnout bez zbytečných ochranných skupin.

Jako příklad si můžeme uvést syntézu a následné čištění polysyntetických antibiotik s obchodními názvy – ampicilin a amoxicilin. Dříve pro syntézu byly využívány silylové blokovací skupiny (silylether). Skupiny byly nahrazeny novým enzymatickým postupem, který využívá enzym pen-acylasu, který lze získat z bakterií, či kvasinek. Enzymy často vyžadují mírné podmínky a není tomu jinak i u téhle syntézy, která probíhá ve vodném prostředí při lehce zvýšené teplotě, než je teplota pokojová (Jordan a Gathergood, 2013)

9) Katalýza

Na devátý princip zelené chemie můžeme jednoduše nahlížet jako na rozdíl mezi katalytickými činidly a stechiometrickými činidly. Stechiometrická činidla jsou výchozí látky, které se během chemické reakce spotřebovávají, a na rozdíl od činidel katalytických, nezvyšují rychlost reakce. Za zvýšenou rychlost chemické reakce jsou odpovědná katalytická činidla, jenž dokáží snížit potřebnou hodnotu aktivační energie tím, že umožní reakci najít jiný mechanismus. Další jejich neodmyslitelnou výhodou je, že se reakce pouze účastní, nespotřebovávají se, a tak mohou být využity opakovaně.

Chemici, řídící se principy zelené chemie, se proto snaží najít způsob, jak nahradit reakce stechiometrické reakcemi katalytickými.

Příkladem takového katalyzátoru si můžeme uvést TAML2, který byl vyvinut profesorem Collinsem a jeho týmem z Carnegie Mellon University, kterému byla v roce 1999 udělena

cena GCC. Katalyzátor využívá oxidačních účinků železa při běžné teplotě a tlaku v papírenském průmyslu. Při bělicích procesech tak nahrazuje použití elementárního chlóru a vyhýbá se tak přirozeně jeho vedlejším toxickým produktům (EPA, 1999).

10) Snadná odbouratelnost

V předchozích desetiletích se lidé více snažili přicházet s nejrůznějšími materiály, které budou velmi odolné vůči vnějším vlivům, a vydrží tak co nejdéle. Bohužel s přibývajícím těžko odbouratelným materiálem, který v přírodě zůstává dlouho, narůstá masa odpadu na skládkách i mimo ně a toxicita v životním prostředí se zvyšuje. Poznatky o přírodních cyklech, kde se jeden odpad stává výchozí surovinou v procesu druhém, nás jako společnost překvapivě posunuly opačným směrem.

Všechny chemické výrobky by měly být navrženy tak, aby po skončení jejich funkčních období, byly rozloženy na neškodlivé produkty, které nezůstávají dlouho v přírodě a nezatěžují tak kvalitu životního prostředí.

Jako příklad si můžeme uvést společnost PYROCOOL, které v roce 1998 byla opět udělena cena GCC. PYROCOOL vyvinula netoxický hasicí přístroj, který je složen z biologicky odbouratelných povrchově aktivních látek. Výhoda chladicí směsi spočívá i v samotném množství její spotřeby, při které se dostáváme až na 90 % snížení spotřeby oproti obdobným hasicím přístrojům (EPA, 1998).

11) Průběžná analýza v boji proti znečištění

Jedenáctý princip zelené chemie se snaží nabádat ostatní k využití analytických metod pro sledování chemických reakcí. Monitorováním a kontrolou chemických dějů v reálném čase se snaží zamezit úniku nebezpečných látek v důsledku neočekávaných reakcí, a časnou analýzou tak zamezit daleko horším scénářům.

12) Minimalizace vzniku nehody

Poslední princip zelené chemie hovoří o snaze minimalizovat veškerá rizika, která mohou při chemických procesech nastat. Pokud chceme zamezit možnému vzniku havárie, musíme se už při samém plánování chemických procesů zabývat všemi možnými druhy nebezpečí, ať už se jedná o chemické nebezpečí v podobě toxicity látek, či fyzikální, které

může vést k samotnému výbuchu nebo požáru. Jako nešťastný příklad si můžeme uvést jednu z největších průmyslových havárií, která se stala roku 1984 v chemické továrně na pesticidy v indickém Bhópalu, kdy do okolí uniklo přes čtyřicet tun metylizokyanátu a dalších zdraví škodlivých látek, kvůli snížení nákladů na zabezpečení systémů (Broughton, 2005).

Můžeme si povšimnout, že se jednotlivé principy často mezi sebou prolínají a zároveň se navzájem i doplňují.

Napříč nimi můžeme pozorovat jakési dva koncepty, které se stále opakují v jednotlivých principech, a tím vyzdvihují hlavní myšlenky zelené chemie. Prvním z nich je samotná bezpečnost práce, která zahrnuje práci s netoxickými látkami, jak pro člověka, tak pro životní prostředí samotné, ale např. i nevytváření zbytečných odpadních produktů, které především svým množstvím přispívají k intoxikaci životního prostředí. Tímto konceptem se zabývá zejména princip 1., 3., 4., 5., 10., 11. a 12.

Druhým z nich je koncept jakési šetrnější úspory. Může být chápán jako snaha zamezit zbytečným ztrátám u chemických reakcí při jejich realizaci např. pomocí vhodného katalyzátoru, při kterém počátek reakce nevyžaduje tak vysokou teplotu. Nebo to může být vhodné využití obnovitelné suroviny jako zdroje energie, která nebude při zužitkování vytvářet tolik nežádoucích odpadních látek, jako např. co se týče zdrojů neobnovitelných. Výše zmíněný koncept můžeme najít zejména v principu 1., 2., 6., 7., 8. a 9.

Všechny principy zelené chemie se však snaží využívat chemii a přemýšlet o ni tak, aby ve svých krocích odrážela nezbytné potřeby ochrany životního prostředí.

2 Praktická část

2.1 Analýza prvků zelené chemie v kurikulárním dokumentu RVP ZV

Český školní systém operuje na dvou úrovních kurikula, státní a školní. Státní kurikulum je zprostředkované veřejnosti skrze Rámcové vzdělávací programy (RVP), které jsou členěny na jednotlivé vzdělávací etapy dle věku. Školní úroveň kurikula, která bezprostředně vychází z RVP a je jim tak zaštiťována, vychází navenek v podobě Školních vzdělávacích programů (ŠVP) (Bílá kniha, 2001).

V této práci se zaměříme na Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV).

RVP ZV (2023) byl vytvořen ve snaze navazovat na strategii směrů rozvoje vzdělávání v České republice (Bílá kniha, 2001).

V RVP ZV najdeme sedm klíčových kompetencí, na které je v dnešní době kladen čím dál tím větší důraz. Klíčové kompetence mají představovat určitý soubor vědomostí, dovedností a postojů, které by se měly navzájem doplňovat a rozvíjet.

Klíčové kompetence mají žáky připravit na úspěšné zvládnutí rozmanitých životních situací, a to i v sociálně globálním měřítku. Školní vzdělávací systém by měl být žákům nápomocný k vytváření nástrojů pro osvojení níže zmíněných klíčových kompetencí (RVP ZV, 2023, s. 10):

- kompetence k učení,
- kompetence k řešení problémů,
- kompetence komunikativní,
- kompetence sociální a personální,
- kompetence občanská,
- kompetence pracovní,
- kompetence digitální.

RVP ZV je dále rozděleno do devíti vzdělávacích oblastí, které obsahují vzdělávací obory. Vzdělávací obor Chemie spadá v RVP ZV (2023) pod vzdělávací oblast Člověk a příroda spolu ještě s dalšími vzdělávacími obory Fyzika, Přírodopis a Zeměpis.

Vzdělávací obsah, tedy náplň jednotlivých oborů, je pak rozčleněn na jednotlivé tematické okruhy, které jsou dále prezentovány skrze jednotlivé očekávané výstupy a doporučené učivo.

Dále zde najdeme šest průřezových témat, která mají odrážet aktuální problémy světa, a stávají se tak povinnou součástí základního vzdělávání (RVP ZV, 2021 s. 125):

- Osobnostní a sociální výchova,
- Výchova demokratického občana,
- Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech,
- Multikulturní výchova,
- Environmentální výchova
- Mediální výchova.

Každá základní škola musí do svého vzdělávání zařadit všechna průřezová témata, ale samotná integrace jednotlivých témat do jednotlivých vzdělávacích oblastí a oborů je zcela libovolná.

Zelená chemie v RVP ZV není přímo explicitně zmíněna v očekávaných výstupech ani v doporučeném učivu. Určitou překážkou se jeví také široká otevřenost RVP ZV, kdy očekávané výstupy či doporučené učivo nejsou příliš konkretizovány, a ne vždy mohou být vykládány a případně i realizovány ve výuce stejně. Proto raději v této práci hovoříme o myšlenkách nebo prvcích zelené chemie, které se někdy více někdy méně prolínají s jednotlivými dvanácti principy zelené chemie.

2.1.1 Prvky zelené chemie v RVP ZV – očekávané výstupy a učivo

Vzdělávací obor Chemie je v aktuálním RVP pro základní vzdělávání členěn do sedmi tematických okruhů (*Pozorování, pokus a bezpečnost práce, Směsi, Částicové složení látek a chemické prvky, Chemické reakce, Anorganické sloučeniny, Organické sloučeniny, Chemie a společnost*) (RVP ZV, 2023).

První zmínka o bezpečnosti práce se nachází ve výstupu CH- 9-1-02, kdy žák má zhodnotit rizikovost a bezpečnost vybraných látek. V rámci doporučeného učiva se zde pak setkáváme s nebezpečnými látkami a přípravky, které jsou popsány tzv. H-větami, P-větami a piktogramy. Dále zde nalézáme zásady bezpečné práce. Vše spadá pod tematický okruh *Pozorování, pokus a bezpečnost práce* (RVP ZV, 2023 s. 68).

Druhá zmínka pojednává ve svém výstupu CH-9-2-04 o příkladech znečišťování vody a vzduchu. V rámci učiva se zde setkáváme s pojmy jako je odpadní voda, čistota ovzduší, čistota

vody a ozonová vrstva. Výše zmíněné výstupy a učivo najdeme v tematickém okruhu *Směsi* (RVP ZV, 2023 s. 69).

Další zmínka o bezpečnosti práce je v tematickém okruhu *Chemické reakce* ve výstupu CH-9-4-02, ale tentokrát jde o prevenci v podobě aplikování faktorů, které ovlivňují průběh chemické reakce, a předcházení tak možnému nebezpečnému průběhu (RVP ZV, 2023 s. 70).

Dále se zabývá dopadem na životní prostředí výstup CH-9-5-01, který spadá pod tematický okruh *Anorganické sloučeniny* a vyžaduje po žácích posouzení vlivu vybraných zástupců anorganických sloučenin na životní prostředí (RVP ZV, 2023 s. 70).

Další zmínku v návaznosti na životní prostředí nalézáme ve výstupu CH-9-6-02, ve kterém mají žáci zhodnotit využívání fosilních paliv (RVP ZV, 2023, s. 70).

Následné dvě zmínky o životním prostředí najdeme ve výstupech, které spadají pod tematický okruh *Chemie a společnost*. Výstup CH-9-7-01 hovoří o zhodnocení využívaných prvotních a druhotných surovin s ohledem na udržitelný rozvoj (RVP ZV, 2023 s. 71).

V rámci výstupu CH-9-7-02 mají žáci aplikovat své znalosti o hašení na požárních modelových případech (RVP ZV, 2023 s. 71).

Poslední výstup CH- 9-7-03 pojednává o přípravě a využití různých látek a také o jejich vlivech na životní prostředí a zdraví člověka. K poslednímu výše zmíněnému výstupu jsou v učivu v rámci chemického průmyslu v ČR zmíněna rizika, která souvisí se životním prostředím, koroze a také samotná recyklace surovin (RVP ZV, 2023 s. 71).

Díky již výše zmiňované otevřenosti očekávaných výstupů a doporučeného učiva RVP ZV jsou cesty k propojení některých principů zelené chemie vzdálenější, ale to neznamená, že v rámci uskutečněné výuky nemohou být do obsahu učiva zapojeny.

Jako např. v rámci učiva o faktorech, které ovlivňují průběh chemické reakce jako je katalýza, teplota, které mohou sloužit jako prostředky, jak lépe uvažovat nad zelenými principy (RVP ZV, 2023 s. 70), či v rámci učiva o průmyslových hnojivech a plastech, které nabízí zanesení zelených principů hned v několika aspektech (RVP ZV, 2023 s. 70).

2.1.2 Prvky zelené chemie v RVP ZV – klíčové kompetence

Dvě ze sedmi klíčových kompetencí, a to občanská a pracovní, zahrnují principy zelené chemie na obecné úrovni. Mohli bychom je chápat spíše už jako aplikovaný soubor zelených principů, které k samotné kompetenci vedou.

První zmínka, ve které můžeme najít myšlenky zelené chemie je v kompetenci občanské, kdy žák: „*chápe základní ekologické souvislosti a environmentální problémy, respektuje požadavky na kvalitní životní prostředí, rozhoduje se v zájmu podpory a ochrany zdraví a trvale udržitelného rozvoje společnosti*“ (RVP ZV, 2023 s. 12).

Druhou kompetencí odrážející principy zelené chemie je kompetence pracovní: „*přístupuje k výsledkům pracovní činnosti nejen z hlediska kvality, funkčnosti, hospodárnosti a společenského významu, ale i z hlediska ochrany svého zdraví i zdraví druhých, ochrany životního prostředí i ochrany kulturních a společenských hodnot*“ (RVP ZV, 2023 s. 13).

2.1.3 Prvky zelené chemie v RVP ZV – průřezová témata

Jednotlivá průřezová témata v RVP ZV nabízejí možnosti své realizace v jednotlivých vzdělávacích oblastech. Jelikož vzdělávací obor Chemie patří do vzdělávací oblasti Člověk a příroda, budeme v této práci jednotlivá témata vztahovat právě k ní.

V rámci průřezového tématu *Osobnostní a sociální výchova* najdeme zmínku o životním prostředí v podobě kladení důrazu na vytvoření důležitých nástrojů pro budování hodnot ve vztahu k přírodnímu prostředí, které jsou nezbytné k samotnému zelenému přemýšlení (RVP ZV, 2021 s.126).

Další zmínku o životním prostředí najdeme v průřezovém tématu *Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech*, která pojednává o objasňování důsledků globálních vlivů na životní prostředí a především klade důraz na potřebu ochrany životního prostředí (RVP ZV, 2021 s.130).

Průřezové téma *Environmentální výchova*, jak už název vypovídá, nabízí široké spektrum možností, jak poukázat na ochranu životního prostředí, a tedy i potencionální využití principů zelené chemie. Charakteristika samotného tématu hovoří o vedení jedinců k tomu, aby pochopili komplexnost ve složitém vztahu mezi člověkem a životním prostředím. Také je zde kladen důraz na pochopení nezbytného postupného přechodu k udržitelným zdrojům. Průřezové téma má vést žáky k řešení environmentálních problémů a především má vést žáky k aktivní ochraně životního

prostředí (RVP ZV, 2021 s.134). V rámci vzdělávací oblasti Člověk a příroda se hovoří o získávání obnovitelných zdrojů surovin a energie (RVP ZV, 2021 s.135).

Zelená chemie se v rámci klíčových kompetencí a průřezových témat v RVP ZV vyskytuje na obecné úrovni, u které je především kladen důraz na ochranu životního prostředí.

V rámci očekávaných výstupů a doporučeného učiva v RVP ZV nacházíme bezpečnost práce, která také zahrnuje samotnou toxicitu látek i jejich vliv na životní prostředí (RVP ZV, 2023 s. 68, 70, 71). Dále se zde setkáváme s pojmy, které souvisí se životním prostředím, a tedy i se zelenou chemií samotnou, jakými jsou *odpadní voda, čistota vody/ovzduší, ozonová vrstva* (RVP ZV, 2023 s. 69), *fosilní paliva* (RVP ZV, 2023 s. 70), *druhotné suroviny a udržitelný rozvoj* (RVP ZV, 2023 s. 71) *korozí a recyklace surovin* (RVP ZV, 2023 s. 71).

Tabulka 1: Zelená chemie v RVP ZV

	RVP ZV
1. Zamezení vzniklého odpadu	odpadní voda, čistota vody/ovzduší, korozí
2. Atomová ekonomika	
3. Méně nebezpečné chemické procesy (ochrana životního prostředí a lidského zdraví)	fosilní paliva, ozonová vrstva
4. Navržení bezpečnějších chemikálií (produktů)(v rámci ochrany životního prostředí)	
5. Bezpečnější rozpouštědla a činidla (v rámci ochrany životního prostředí)	
6. Energetická účinnost	

7. Využití obnovitelných zdrojů	druhotné suroviny, recyklace odpadů
8. Zamezení derivatizace	
9. Katalýza	
10. Snadná odbouratelnost	
11. Průběžná analýza v boji proti znečištění	
12. Minimalizace vzniku nehody	BOZP

V rámci očekávaných výstupů a doporučeného učiva v RVP ZV nacházíme promítnuty hlavně 1. princip, 3. princip, 7. princip a 12. princip zelené chemie.

V budoucích letech nás však ve školství čekají změny v podobě nového RVP ZV, které vychází z dokumentu *Strategie 30+*, jenž si klade za cíl modernizovat české vzdělávání a ze vzdělávacích dokumentů UNESCO a OECD, jenž odráží hodnoty s důrazem na vzdělávání pro trvale udržitelný rozvoj (NPI, 2024). Pokud naši pozornost v rámci dostupné pracovní verze revidovaného RVP ZV zaměříme konkrétně na vzdělávací obor Chemie, nalzáme již v její samotné charakteristice důraz na ochranu životního prostředí a na rozvoj udržitelného myšlení (RVP ZV, 2024 s. 67). V rámci oboru jsou tematické oblasti členěny do tří okruhů: (*Chemie a já, Chemie a planeta Země a Chemie a společnost*) (RVP ZV, 2024 s. 67). Každá z výše zmíněných oblastí pracuje s myšlenkami udržitelnosti a nese se v duchu ochrany životního prostředí (RVP ZV, 2024 s. 67-68).

2.2 Analýza učebnic chemie pro základní školu z pohledu zelené chemie

Učebnice jsou neodmyslitelnou součástí vzdělávání a jejich využití může být v rámci výuky odlišné. Ty, které mohou být využity ve výuce na základní škole, by měly být opatřeny schvalovací doložkou od Ministerstva školství mládeže a tělovýchovy (MŠMT) (MŠMT, 2024).

Ani v učebnicích chemie pro základní školy se s pojmem zelené chemie explicitně nesetkáme, a proto opět budeme hovořit o výskytu myšlenek či prvků zelené chemie, které se dotýkají samotných dvanácti principů zelené chemie.

Pro zhodnocení výskytu myšlenek a prvků zelené chemie byly vybrány čtyři učebnice vždy pro 8. a 9. ročník ZŠ vydané nakladatelstvími Fortuna, Fraus, Nová škola a Taktik.

2.2.1 Učebnice chemie pro 8. ročník ZŠ z nakladatelství Nová škola

Učebnice chemie pro 8. ročník od nakladatelství Nová škola (Mach, Plucková a kol., 2021a) je členěna do šesti kapitol: *Úvod do chemie, Chemické látky a chemické směsi, Poznáváme složení látek, Chemické reakce, Chemické prvky, Anorganické sloučeniny*. Kapitoly jsou následně členěny do dílčích podkapitol.

V učebnici dále nalézáme prostor věnovaný k opakování, laboratorním pracím, návrhům k projektům, klíčovým kompetencím, učivu, očekávaným výstupům, klíčům k vybraným úkolům, rejstříku pojmům, a zvláště přiloženou periodickou tabulku prvků.

Jak již bylo výše zmíněno, v učebnicích nenajdeme prostor vyhrazený pouze pro zelenou chemii, ale nalezneme v ní myšlenky či prvky, které se dotýkají jednotlivých dvanácti principů zelené chemie. Následující tabulka poukazuje na jejich zastoupení v rámci textů v jednotlivých šesti kapitolách v učebnici chemie pro 8. ročník z nakladatelství Nová škola.

Tabulka 2: Zelená chemie v učebnici chemie pro 8. ročník od nakladatelství Nová škola (Mach, Plucková a kol., 2021a)

	<i>Úvod do chemie</i>	<i>Chemické látky a chemické směsi</i>	<i>Poznáváme složení látek</i>	<i>Chemické reakce</i>	<i>Chemické prvky</i>	<i>Anorganické sloučeniny</i>
1. Zamezení vzniklého odpadu (znečištěná voda, čištění/čistírna vody, odpadní voda, automobilové katalyzátory, filtrace, eutrofizace vod, koroze)	X	X			X	X
2. Atomová ekonomika						
3. Méně nebezpečné chemické procesy (ochrana životního prostředí a lidského zdraví) (ozonová vrstva, skleníkové plyny/efekt, oxidy dusíku/síry/uhlíku, ozon, smog, freony, kyselá dešť)	X	X		X	X	X

4. Navržení bezpečnějších chemikálií (produktů)(v rámci ochrany životního prostředí)						X (náhrada modré skalice jakožto antimykotika za méně nebezpečné látky)
5. Bezpečnější rozpouštědla a činidla (v rámci ochrany životního prostředí)						
6. Energetická účinnost (tlakový hrnec, samočistění vody)		X		X		
7. Využití obnovitelných zdrojů (recyklace odpadů, třídění odpadu, druhotné suroviny, obnovitelné zdroje energie, palivo budoucnosti)		X			X	
8. Zamezení derivatizace						
9. Katalýza						

10. Snadná odbouratelnost						
11. Průběžná analýza v boji proti znečištění	X (jedním z úkolů chemie je zjišťování škodlivých látek v životním prostředí)					
12. Minimalizace vzniku nehody (H-věty, P- věty, BOZP, havárie)	X	X				

V učebnici se potkáme s dalšími prvky zelené chemie, které se týkají bezpečnosti práce v podobě malých výstražných symbolů u názvů chemických prvků či sloučenin. Dále u jednotlivých prvků či chemických sloučenin nacházíme informace o tom, zda je daná látka jedovatá či v jaké ze svých podob se jedovatou stává (Mach, Plucková a kol., 2021a).

Dále nalezneme u některých žákovských či demonstračních pokusů snahu autorů aplikovat některé myšlenky zelené chemie, jako je např. využití šetrnějších chemikálií k životnímu prostředí. Často je autory volena voda jako rozpouštědlo nebo jako látka, na které jsou demonstrovány fyzikální vlastnosti (Mach, Plucková a kol., 2021a str. 9,16,21,29, 59). Častá je také práce s netoxickými látkami běžné spotřeby (minerální voda, lentilky, džus, olej, sůl, jedlá soda (Mach, Plucková a kol., 2021a str. 17, 19, 20, 21,37, 39, 87). Dále autoři při pokusech využívají práci s recyklovatelným odpadem, jako jsou PET lahve či kovové plechovky (Mach, Plucková a kol., 2021a str. 19, 23, 39,48).

2.2.2 Učebnice chemie pro 9. ročník ZŠ z nakladatelství Nová škola

Učebnice chemie pro 9. ročník od nakladatelství Nová škola (Mach, Plucková a kol., 2021b) je členěna do osmi kapitol: *Opakování učiva 8. ročníku*, *Redoxní reakce*, *Zdroje energie*, *Organická chemie*, *Uhlovodíky*, *Deriváty uhlovodíků*, *Přírodní látky* a *Chemie kolem nás*. Kapitoly jsou dále členěny do podkapitol.

Opět je v učebnici vyhrazen prostor k opakování, laboratorním pracím, problémovým úlohám, rejstříku pojmů a klíči k vybraným úkolům.

Následující tabulka poukazuje na zastoupení myšlenek, které se dotýkají dvanácti principů zelené chemie v jednotlivých osmi kapitolách v učebnici chemie pro 9. ročník z nakladatelství Nová škola. Podkapitola *Chemie a životní prostředí* z kapitoly *Chemie kolem nás* se celá zabývá životním prostředím, a proto bude z následující tabulky vyjmuta a rozebrána zvlášť.

Tabulka 3: Zelená chemie v učebnici chemie pro 9. ročník od nakladatelství Nová škola (Mach, Plucková a kol., 2021b)

	Opakování učiva 8. ročníku	<i>Redoxní reakce, Zdroje energie</i>	Organická chemie, Uhlovodíky	<i>Deriváty uhlovodíků</i>	<i>Přírodní látky</i>	<i>Chemie kolem nás</i>
1. Zamezení vzniklého odpadu (koroze/rez, měděnka, nerez ocel, bezodpadový, silážování, potravinový/plastový odpad)		X		X		X
2. Atomová ekonomika						
3. Méně nebezpečné chemické procesy (ochrana životního	X	X	X	X		X (ústup od ftalátů u

<p>prostředí a lidského zdraví) (ozonová díra/vrstva, skleníkové plyny/, ozon, fosilní paliva, oxidy dusíku/síry/uhlíku, emise, freony, kyselá deště, tepelné/jaderné elektrárny, problematika hnojiv a pesticidů)</p>						dětských hraček)
<p>4. Navržení bezpečnějších chemikálií (produktů)(v rámci ochrany životního prostředí) (zelená/přírodní hnojiva, kompost, ekologické zemědělství, integrovaná produkce rostlin (IPZ), biopotraviny, bezfosfátové prostředky))</p>						X
<p>5. Bezpečnější rozpouštědla a činidla (v rámci ochrany životního prostředí)</p>						X (přírodní antimikrobiální látky- cibule, česnek atd.)

(biotechnologie- enzymy)						
6. Energetická účinnost (nízkoenergetické domy)		X (úspora energie díky recyklaci kovu)	X (zateplení fasády)			
7. Využití obnovitelných zdrojů (recyklace surovin/papíru/plastu, solární/fotovoltaické články, kovový odpad, obnovitelné zdroje energie (vodní, větrná, geotermální, sluneční, biomasa), alternativní pohon (bioetanol/bionafta), bioplyn, ekologické palivo)	X	X	X	X	X	X
8. Zamezení derivatizace						
9. Katalýza					X (ztužování tuků jako prevence před žluknutím)	
10. Snadná odbouratelnost						

11. Průběžná analýza v boji proti znečištění						
12. Minimalizace vzniku nehody (BOZP včetně výstražných symbolů, rekultivace krajiny, ropná skvrna, emisní limit, havárie, odorizace, oktanové číslo)	X	X	X	X		X (konzervace potravin-pasterizace, metoda UHT, sušení, konzervace (ocet,sůl))

Následující tabulka poukazuje na zastoupení zelené chemie v podkapitole *Chemie a životní prostředí*.

Tabulka 4: Zelená chemie v podkapitole *Chemie a životní prostředí* (Mach, Plucková a kol., 2021b).

	<i>Chemie a životní prostředí</i>
1. Zamezení vzniklého odpadu	znečištění vody/ovzduší/půdy, odpadní voda, skládka odpadů, jednorázové obaly, odsiřování
2. Atomová ekonomika	
3. Méně nebezpečné chemické procesy (ochrana životního prostředí a lidského zdraví)	oxidy dusíku/uhlíky/síry, emise, tepelné elektrárny, smog, problematika hnojení a pesticidů

4. Navržení bezpečnějších chemikálií (produktů)(v rámci ochrany životního prostředí)	
5. Bezpečnější rozpouštědla a činidla (v rámci ochrany životního prostředí)	
6. Energetická účinnost	X (podpora výrobců v okolí-doprava)
7. Využití obnovitelných zdrojů	recyklace obalů
8. Zamezení derivatizace	
9. Katalýza	
10. Snadná odbouratelnost	
11. Průběžná analýza v boji proti znečištění	
12. Minimalizace vzniku nehody	havárie, nebezpečný odpad

V učebnici se dále nacházejí prvky zelené chemie v podobě bezpečnosti práce, kterými jsou malé výstražné symboly u názvů chemických sloučenin či informace o toxicitě látky (Mach, Plucková a kol., 2021b).

Opět můžeme zmínit snahu autorů využívat při některých žákovských či demonstračních pokusech šetrnější chemikálie/materiál k životnímu prostředí jakými, je např. škrob, zelená rostlina, sůl, citron, cukr, vlasy, olej, vazelína, banán, máslo, slivovice, vejce, ocet, brambora, salám, sýr, jablko, mouka, a řepa (Mach, Plucková a kol., 2021b str. 5, 6, 18, 20, 30, 31, 38, 55, 64, 74, 76, 77, 106, 113.).

Také v některých pokusech nalézáme využití plastu či kartonu jako druhotné suroviny (Mach, Plucková a kol., 2021b str. 18, 58).

Dvě úlohy se zelených principů dotýkají komplexněji. První úloha se zabývá výrobou recyklovaného papíru, ve kterém žáci využijí kartonový odpad jakožto druhotnou surovinu za využití škrobu (Mach, Plucková a kol., 2021b str. 5) a druhá patří problémové úloze na téma *Chemie a její environmentální souvislosti*, kdy se žáci zabývají rozumným nakládáním elektrické energie a účinností pracích prostředků při teoretických i praktických pokusech (Mach, Plucková a kol., 2021b str. 114-116).

2.2.3 Učebnice chemie pro ZŠ z nakladatelství Fraus pro 8. ročník

Hybridní učebnice chemie pro 8. ročník od nakladatelství Fraus (Škoda, Doulík, 2022a) je rozdělena do osmnácti kapitol *Úvod, Vlastnosti látek, Částicové složení látek, Chemické reakce a děje, Vzduch, Kyslík, Vodík, Voda, Významné nekovy, Polokovy, Významné kovy, Halogenidy, Oxidy, Sulfidy, Kyseliny a zásady, Soli, Výroba paliv a energie a Chemie ve službách člověka*. Kapitoly jsou dále členěny na jednotlivé podkapitoly.

Dále zde nalézáme prostor, který je věnován laboratorním pracím, rejstřík a periodickou soustavu prvků. V neposlední řadě nacházíme QR kód, který každou stranu v učebnici doplňuje o interaktivní cvičení (Škoda, Doulík, 2022a).

Následující tabulka poukazuje na zastoupení prvků zelené chemie v rámci textů v jednotlivých osmnácti kapitolách v učebnici chemie pro 8. ročník z nakladatelství Fraus. Předposlední dvě podkapitoly *Co po nás zůstane další generace?* a *Co všechno dýcháme, jíme a pijeme?* z kapitoly *Chemie ve službách člověka* se věnují pouze ekologickým tématům

a problémům dotýkajících se životního prostředí. Z toho důvodu je následující tabulka nezahrnuje a jsou rozebrány v další tabulce zvlášť.

Tabulka 5: Zelená chemie v učebnici chemie pro 8. ročník od nakladatelství Fraus (Škoda, Doulik, 2022a).

	<i>Úvod, Vlastnosti látek, Částicové složení látek, Chemické reakce a děje,</i>	<i>Vzduch, Kyslík, Vodík, Voda</i>	<i>Významné nekovy, Polokovy Významné kovy</i>	<i>Halogenidy, Oxidy Sulfidy</i>	<i>Kyseliny a zásady, Soli</i>	<i>Výroba paliv a energie, Chemie ve službách člověka</i>
1. Zamezení vzniklého odpadu (čištění/čistírna vody, odpadní voda, automobilové filtry/katalyzátory, koroze, koncentrát (drogerie), nerezavějící ocel, odsiřování, eutrofizace vod)	X	X	X	X	X	X
2. Atomová ekonomika						
3. Méně nebezpečné chemické procesy (ochrana životního prostředí a lidského zdraví) (ozonová vrstva/díra, ozon, skleníkové plyny/efekt, oxidy dusíku/síry/uhlíku, vodní pára, fosilní paliva, smog, freony, kyselá dešť,	X	X	X	X	X	X

jaderné/tepelné elektrárny, insekticidy, globální oteplování, těžké kovy, vyhořelé palivo)						
4. Navrzení bezpečnějších chemikálií (produktů)(v rámci ochrany životního prostředí) (zelená/přírodní/ekologická hnojiva, bezfosfátový/ekologický prostředek, ekologické zemědělství, biopotraviny)			X (proč je lepší využívat na rostliny vodu odstátou)		X	
5. Bezpečnější rozpouštědla a činidla (v rámci ochrany životního prostředí)						
6. Energetická účinnost (samočistění vody)		X	X (jak recyklace souvisí s úsporou energie)			
7. Využití obnovitelných zdrojů (recyklace odpadů, třídění kovu/elektra/odpadu, solární články, alternativní/sluneční/větrná energie, palivo budoucnosti/ekologické, energosádra, pórobeton, obnovitelné zdroje, geotermální/ přílivová	X	X	X	X		X

energie, bioplyn/methan, palivový článek)						
8. Zamezení derivatizace						
9. Katalýza						
10. Snadná odbouratelnost						
11. Průběžná analýza v boji proti znečištění	X (chromatografie jako metoda pro zjištění škodlivých látek v ovzduší)					
12. Minimalizace vzniku nehody (H-věty, P- věty, BOZP, havárie, mimořádná situace)	X	X	X	X	X	X

Předposlední dvě podkapitoly *Co po nás zdědí další generace?* a *Co všechno dýcháme, jíme a pijeme* se celé věnují tématům týkajících se ochrany životního prostředí. Úvodem se žáci seznámí s myšlenkou trvale udržitelného rozvoje, která by jim mohla dopomoci následnou problematiku lépe pochopit (Škoda, Doulík, 2022a str. 122).

Následující tabulka poukazuje na zastoupení zelené chemie v posledních dvou podkapitolách *Co po nás zdědí další generace?* a *Co všechno dýcháme, jíme a pijeme?*.

Tabulka 6: Zelená chemie v podkapitolách „Co po nás zůstane?“ a „Co všechno dýcháme, jíme a pijeme?“ (Škoda, Doulik, 2022a).

	<i>Co po nás zůstane? zůstane další generace?</i>	<i>Co všechno dýcháme, jíme a pijeme?</i>
1. Zamezení vzniklého odpadu	produkce odpadů, skládka	polutanty, odpadní vody, čistička odpadních vod
2. Atomová ekonomika		
3. Méně nebezpečné chemické procesy (ochrana životního prostředí a lidského zdraví)	fosilní paliva	ozon, oxidy dusíku/síry/uhlíku, smog, pesticidy, těžké kovy, staré ekologické zátěže
4. Navrzení bezpečnějších chemikálií (produktů)(v rámci ochrany životního prostředí)		
5. Bezpečnější rozpouštědla a činidla (v rámci ochrany životního prostředí)		
6. Energetická účinnost		

7. Využití obnovitelných zdrojů	obnovitelné přírodní zdroje, biomasa, bioplyn, druhotné suroviny, recyklace odpadů	
8. Zamezení derivatizace		
9. Katalýza		
10. Snadná odbouratelnost		biologicky odbouratelný
11. Průběžná analýza v boji proti znečištění		Automatický imisní monitoring (AMI), Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ)
12. Minimalizace vzniku nehody		

V učebnici se potkáme s dalšími prvky zelené chemie, které se týkají bezpečnosti práce. U jednotlivých prvků či chemických sloučenin nacházíme informace o tom, zda je daná látka jedovatá či případně v jaké ze svých forem se stává toxickou (Škoda, Doulík, 2022a).

V rámci některých žákovských pokusů nalzááme opět snahu autorů koncipovat celé chemické úlohy tak, aby využívaly chemikálie šetrnější k životnímu prostředí, jako např. sůl, voda, minerální voda, sodovka, jedlá soda, vaječný bílek, šťáva, citron, brambora, mýdlo, grafit, ocet, živočišné uhlí, červené zelí a řepa (Škoda, Doulík, 2022a str. 10, 14, 15, 17, 36, 40, 45, 47, 48, 51, 58, 88, 108, 109, 126, 132).

Dále v některých pokusech využívají autoři plastové kelímky jako druhotnou surovinu (Škoda, Doulík, 2022a str. 112,113, 128).

2.2.4 Učebnice chemie pro ZŠ z nakladatelství Fraus pro 9. ročník

Hybridní učebnice chemie pro 9. ročník od nakladatelství Fraus (Škoda, Doulík, 2022b) je rozdělena do osmi kapitol *Úvod, Opakování 8, Základní chemické výpočty, Chemické reakce a děje, Uhlovodíky, Deriváty uhlovodíků, Přírodní látky a Plasty*. Kapitoly jsou dále rozděleny do jednotlivých podkapitol.

V učebnici je opět vyhrazen prostor pro laboratorní práce, rejstřík, periodickou soustavu prvků a nově se zde setkáváme s částí, která se zabývá tématem požáru. Jsou zde představeny typy hasících přístrojů a pokyny, kterými by se žáci měli řídit v případě vypuknutí požáru (Škoda, Doulík, 2022b).

Následující tabulka poukazuje na zastoupení myšlenek a prvků zelené chemie v rámci učebních textů v učebnici chemie pro 9. ročník z nakladatelství Fraus.

Tabulka 7: Zelená chemie v učebnici chemie pro 9. ročník od nakladatelství Fraus (Škoda, Doulík, 2022b).

	<i>Úvod, Opakování 8</i>	<i>Základní chemické výpočty, Chemické reakce a děje</i>	<i>Uhlovodíky</i>	<i>Deriváty uhlovodíků</i>	<i>Přírodní látky</i>	<i>Plasty</i>
1. Zamezení vzniklého odpadu (znečištění vzduchu, plastový odpad, automobilové katalyzátory,	X	X	X			X

koroze(rezavění), měděnka, nekorodující materiál, černá skládka, skládka odpadu)						
2. Atomová ekonomika		X (látkové množství - efektivní výroba)				
3. Méně nebezpečné chemické procesy (ochrana životního prostředí a lidského zdraví) (ozonová díra, ozon, zplodiny, skleníkové plyny/efekt, oxidy dusíku/síry/uhlíku, freony, kyselá dešť, těžké kovy, fosilní paliva, naftové motory, tepelné elektrárny, detergenty, palmový olej)	X	X	X	X	X	
4. Navržení bezpečnějších chemikálií (produktů)(v rámci ochrany životního prostředí)			X (náhrada svítíplynu) X (benzin bez příměsí olova)	X (Zederach indický/Chryzantéma jako přírodní insekticidy)	X (feromonové lapače)	
5. Bezpečnější rozpouštědla a činidla (v rámci ochrany životního prostředí)						
6. Energetická účinnost					X (snížení výdeje energie na	

					pěstování díky GMO)	
7. Využití obnovitelných zdrojů (recyklace plastů, třídění odpadu, ekologické/alternativní palivo, obnovitelné/alternativní zdroje (energie), bioplyn, vodní/sluneční elektrárny, energie budoucnosti)	X		X	X		X
8. Zamezení derivatizace						
9. Katalýza (iontoměniče)		X				
10. Snadná odbouratelnost (bioplasty/biodegradabilní plasty- <i>Ecoflex</i>)						X
11. Průběžná analýza v boji proti znečištění (ČHMÚ)		X (látková koncentrace- sledování nebezpečných látek v životním prostředí)	X (stanice sledující obsah škodlivin v ovzduší)			
12. Minimalizace vzniku nehody (BOZP včetně výstražných symbolů, havárie, emisní limit/kontrola/norma,	X	X	X	X (jak zabránit zvětšování ozonové díry)		X

ekologická zátěž, rekultivace, oktanové číslo, antidetonační prostředky)						
---	--	--	--	--	--	--

V učebnici nacházíme opět prvky zelené chemie, které se týkají bezpečnosti práce. V rámci textu se u jednotlivých sloučenin žáci setkávají s informacemi ohledně toxicity daných látek a také s bezpečnostními symboly (Škoda, Doulík, 2022b).

U některých žákovských pokusů nalézáme opět snahu autorů využívat šetrnější chemikálie k životnímu prostředí jako je sůl, kyselina citronová, jedlá soda, cukr, citron, banán, cibule, brambora, okurka, kyselina benzoová, olej, mletá paprika a pepř, fruktóza, glukosa, med, sacharóza, škrob, droždí, pomeranč, kiwi, kyselé zelí, celaskon, vzorky limonád a káva (Škoda, Doulík, 2022b str. 26, 29, 32, 70, 77, 82, 83, 84, 86, 88, 92, 100, 126, 127, 129).

Dále v některých pokusech využívají autoři plastové láhve jako druhotnou surovinu (Škoda, Doulík, 2022b str. 7, 106, 124) či lepenkovou destičku z krabicového kartonu pro demonstraci membrány během elektrolýzy (Škoda, Doulík, 2022b str. 29).

2.2.5 Učebnice chemie pro ZŠ z nakladatelství Taktik pro 8. ročník

Učebnice chemie pro 8. ročník od nakladatelství Taktik (Budínská, Štikovcová a kol., 2019a) je rozdělena do třinácti kapitol *Úvod do chemie, Směsi, Od atomu ke sloučeninám, Periodická tabulka prvků, Chemické reakce a výpočty, Halogenidy, Oxidy, Sulfidy, Další významné sloučeniny, Hydroxidy, Kyseliny, pH roztoku a Soli*.

Opět zde také nalezneme prostor, který je věnován opakování vždy po několika probraných kapitolách, slovníček pojmů a laboratorní úlohy (Budínská, Štikovcová a kol., 2019a).

Následující tabulka poukazuje na zastoupení myšlenek a prvků zelené chemie v rámci učebních textů v učebnici chemie pro 8. ročník z nakladatelství Taktik.

Tabulka 8: Zelená chemie v učebnici chemie pro 8. ročník od nakladatelství Taktik (Budínská, Štikovcová a kol., 2019a).

	<i>Úvod do chemie, Směsi,</i>	<i>Od atomu ke sloučeninám, Periodická tabulka prvků</i>	<i>Chemické reakce a výpočty</i>	<i>Halogenidy, Oxidy, Sulfidy,</i>	<i>Další významné sloučeniny</i>	<i>Hydroxidy, Kyseliny, pH roztoku, Soli.</i>
1. Zamezení vzniklého odpadu (prevence znečištění, čištění/čistírna vody, odpadní voda, automobilové katalyzátory, filtrace, aktivní uhlí, koroze/rez)	X	X	X		X	X
2. Atomová ekonomika						
3. Méně nebezpečné chemické procesy (ochrana životního prostředí a lidského zdraví) (ozonová vrstva, skleníkové plyny/efekt, oxidy dusíku/síry/uhlíku, smog, freony, kyselá dešť, fosilní paliva, jaderné/tepelné elektrárny, hnojiva/pesticidy,	X	X	X	X	X	

problematika zasolování půdy)						
4. Navržení bezpečnějších chemikálií (produktů)(v rámci ochrany životního prostředí)						
5. Bezpečnější rozpuštědla a činidla (v rámci ochrany životního prostředí)						
6. Energetická účinnost						
7. Využití obnovitelných zdrojů (recyklace odpadů, třídění odpadu, fotovoltaické články, palivo budoucnosti)		X				
8. Zamezení derivatizace						
9. Katalýza						
10. Snadná odbouratelnost						

11. Průběžná analýza v boji proti znečištění					X (zhodnocení vodního zdroje ve svém okolí dle předem připravené tabulky)	
12. Minimalizace vzniku nehody (H-věty, P-věty, BOZP včetně výstražných symbolů, havárie)	X	X	X		X	X

V učebnici se potkáme s dalšími prvky zelené chemie, které se týkají bezpečnosti práce. U jednotlivých prvků či chemických sloučenin nacházíme informace o jejich případné toxicitě (Budínská, Štikovcová a kol., 2019a).

Dále v učebnici nalezneme žákovské pokusy, ve kterých se autoři snaží využívat opět šetrnější chemikálie/materiály k životnímu prostředí, jakými jsou např. ocet, sůl, cukr, káva, jedlá soda, cherry rajčata, pomeranč, perlivá voda, kyselina citronová, červené zelí a skořápky od vajec (Budínská, Štikovcová a kol., 2019a str. 10, 12, 16, 24, 60, 82, 91, 104, 107, 117, 120).

Autoři v některých pokusech opět využívají recyklovaný materiál jako je PET lahev (Budínská, Štikovcová a kol., 2019a str. 60,66)

2.2.6 Učebnice chemie pro ZŠ z nakladatelství Taktik pro 9. ročník

Učebnice chemie pro 9. ročník od nakladatelství Taktik (Budínská, Štikovcová a kol., 2019b) je rozdělena do sedmi kapitol *Redoxní reakce, Úvod do organické chemie, Uhlovodíky, Deriváty uhlovodíků, Úvod do biochemie, Úvod do chemie polymerů a Chemie a průmysl*.

Opět zde také nalezneme prostor, který je věnován opakování, vždy po několika probraných kapitolách, slovníček pojmů a laboratorní úlohy (Budínská, Štikovcová a kol., 2019b).

Následující tabulka poukazuje na zastoupení myšlenek a prvků zelené chemie v rámci učebních textů v učebnici chemie pro 9. ročník z nakladatelství Taktik (Budínská, Štikovcová a kol., 2019b). Podkapitola *Chemie a ekologie* z kapitoly *Úvod do chemie polymerů* je věnovaná problémům týkajících se ochrany životního prostředí, a proto bude z následující tabulky vyjmuta a rozebrána zvlášť.

Tabulka 9: : Zelená chemie v učebnici chemie pro 9. ročník od nakladatelství Taktik (Budínská, Štikovcová a kol., 2019b).

	<i>Redoxní reakce</i>	<i>Úvod do organické chemie, Uhlovodíky</i>	<i>Deriváty uhlovodíků</i>	<i>Úvod do biochemie</i>	<i>Úvod do chemie polymerů</i>	<i>Chemie a průmysl</i>
1. Zamezení vzniklého odpadu (biologická neodbouratelnost, znečištění vody, koroze/rez, plastový odpad)					X	X
2. Atomová ekonomika						
3. Méně nebezpečné chemické procesy (ochrana životního prostředí a lidského zdraví) (ozonová vrstva, skleníkový plyn, oxidy dusíku/síry/uhlíku, freony, kyselá dešť, fosilní paliva, jaderné/tepelné)		X	X			X

elektrárny, hnojiva/pesticidy, ekologický problém, nitrosloučeniny)						
4. Navržení bezpečnějších chemikálií (produktů)(v rámci ochrany životního prostředí) (přírodní barvivo, přírodní/zelená hnojiva)			X (náhrada fenolu při chirurgických operacích)	X		X (náhrada svítíplynu za zemní plyn) X (navržení ekologického hubení škůdců)
5. Bezpečnější rozpouštědla a činidla (v rámci ochrany životního prostředí)				X (využití enzymů v průmyslu)		
6. Energetická účinnost						
7. Využití obnovitelných zdrojů (recyklace/třídění plastů, fotovoltaické kolektory, obnovitelné zdroje, větrná/sluneční/vodní/geotermální energie, biomasa, bioplyn, druhotné suroviny, výrobní/recyklovatelný)		X		X (navržení výroby mýdla z průmyslového odpadu)		X

odpad, využití vedlejšího produktu)						
8. Zamezení derivatizace						
9. Katalýza						
10. Snadná odbouratelnost (viskóza)					X (možnosti náhrady plastů přírodními materiály)	X (porovnání odbouratelnosti materiálů)
11. Průběžná analýza v boji proti znečištění						
12. Minimalizace vzniku nehody (BOZP včetně výstražných symbolů, ekologické riziko/katastrofy, havárie, oktanové číslo, ekologický limit-těžba, OKD, MUS, Kemlerův kód, UN kód)		X	X		X	X

V kapitole *Úvod do chemie polymerů?* v podkapitole *Chemie a ekologie* se žáci na úvodu dozvídají, čím se zabývá ekologie a jak člověk ovlivňuje životní prostředí. Dále se žáci seznámí s oborem chemie životního prostředí, který se ekologickými problémy zabývá (Budínská, Štikovcová a kol., 2019b str. 96).

Následující tabulka poukazuje na zastoupení zelené chemie v podkapitole *Chemie a ekologie*.

Tabulka 10: Zelená chemie v podkapitole „Chemie a ekologie“ (Budínská, Štikovcová a kol., 2019a).

	<i>Chemie a ekologie</i>
1. Zamezení vzniklého odpadu	čištění/čistírna vody, odpadní voda, plastový odpad, skládka, mikroplasty, Velká tichomořská odpadková skvrna
2. Atomová ekonomika	
3. Méně nebezpečné chemické procesy (ochrana životního prostředí a lidského zdraví)	průmyslové/automobilové/těžební zdroje znečištění, oxidy dusíku/uhlíky/síry, emise, imise, pesticidy, herbicidy, insekticidy, hnojiva
4. Navržení bezpečnějších chemikálií (produktů)(v rámci ochrany životního prostředí)	
5. Bezpečnější rozpouštědla a činidla (v rámci ochrany životního prostředí)	
6. Energetická účinnost	
7. Využití obnovitelných zdrojů	druhotné suroviny, recyklace a třídění odpadů/plastů, recyklační značky plastů, regranulát
8. Zamezení derivatizace	
9. Katalýza	

10. Snadná odbouratelnost	
11. Průběžná analýza v boji proti znečištění	X (porovnání údajů ze stránek ČHMÚ s imisními limity)
12. Minimalizace vzniku nehody	ropné havárie, ekologický problém

V učebnici se potkáme s dalšími prvky zelené chemie, které se týkají bezpečnosti práce. U jednotlivých chemických sloučenin nacházíme informace o tom, zda je daná látka nebezpečná pro člověka, či životní prostředí (Budínská, Štikovcová a kol., 2019b).

Dále v učebnici nalezneme žákovské pokusy, ve kterých se autoři snaží využívat opět šetrnější chemikálie k životnímu prostředí, jakými jsou např. pomeranč, citron, cibule, mléko, ocet, bramborový škrob, brambora, sůl, cukr, vločky, mouka, mrkev, jablko, paprika, jogurt a džus (Budínská, Štikovcová a kol., 2019b str. 8, 10, 62, 76, 101,122).

Opět najdeme v učebnici i využití druhotných surovin, jakými jsou plasty (Budínská, Štikovcová a kol., 2019b str. 94,96), či sklenice od přesnídávky (Budínská, Štikovcová a kol., 2019a str. 108). Jako další využití odpadní látky a zároveň látky šetrnější můžeme uvést pokus, který je věnován bělení látky za využití zkyslého mléka (Budínská, Štikovcová a kol., 2019b str. 101). Za zvláštní zmínku stojí také výroba bioplastu z octu a mléka (Budínská, Štikovcová a kol., 2019b str. 90).

2.2.7 Učebnice chemie pro 8. ročník ZŠ z nakladatelství Fortuna

Učebnice chemie pro 8. ročník od nakladatelství Fortuna (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011a) je rozdělena do devíti kapitol *Čím se chemie zabývá?*, *Většina látek kolem nás jsou směsi*, *Voda a vzduch – základ života*, *Z čeho jsou složeny látky?*, *Chemické prvky – základy přírody*, *Jak probíhají chemické reakce?*, *Co jsou dvouprvkové sloučeniny?*, *Které látky jsou kyselé a které jsou zásadité?* a *Není sůl jako sůl*. Kapitoly jsou dále členěny na jednotlivé podkapitoly.

V učebnici následně nalzáme prostor, který je věnován praktickým a teoretickým úlohám na konci každé kapitoly, slovníček, řešení k otázkám a úkolům, tabulky o vlastnostech jednotlivých prvků, rejstřík a obrázky chemického nádobí (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011a).

Před první kapitolou ještě najdeme pasáž, která má zodpovědět otázku, proč je chemie důležitá. V této části je zmínka o negativním využívání chemie, které má za důsledek porušení přírodní rovnováhy či ohrožení života člověka (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011a str. 5).

Tabulka 11: Zelená chemie v učebnici chemie pro 8. ročník od nakladatelství Fortuna (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011a)

	<i>Čím se chemie zabývá?</i>	<i>Většina látek kolem nás jsou směsi Voda a vzduch – základ života</i>	<i>Z čeho jsou složeny látky? Chemické prvky – základy přírody</i>	<i>Jak probíhají chemické reakce?</i>	<i>Co jsou dvouprvkové sloučeniny?</i>	<i>Které látky jsou kyselé a které jsou zásadité? Není sůl jako sůl</i>
1. Zamezení vzniklého odpadu (znečištěná voda, čištění/čistírna vody, odpadní voda, odpadní látky, automobilové, aktivní uhlí, filtry/katalyzátory, čištění rozpouštědel, vodní stopa, koroze)	X	X	X	X	X	
2. Atomová ekonomika				X (chemické výroby)		

				beze zbytku a bez ztrát chemikálií)		
3. Méně nebezpečné chemické procesy (ochrana životního prostředí a lidského zdraví) (ozonová vrstva, skleníkové plyny/efekt, oxidy dusíku/síry/uhlíku, smog, tepelné elektrárny, freony, kyselá dešť, koroze, problematika hnojiv a zasolování půd)	X	X	X	X	X	X
4. Navržení bezpečnějších chemikálií (produktů)(v rámci ochrany životního prostředí)		X (benzin bez příměsí olova)				
5. Bezpečnější rozpouštědla a činidla (v rámci ochrany životního prostředí)	X (hledání nových látek místo vyčerpatelných zdrojů)					
6. Energetická účinnost (tlakový)	X (oddálení bodu varu při	X		X		X

hrnec, samočistící proces vody, taviva)	vaření osolené vody)					
7. Využití obnovitelných zdrojů (využití vedlejších produktů, přírodní suroviny)	X	X				
8. Zamezení derivatizace						
9. Katalýza (ionex)						X
10. Snadná odbouratelnost						
11. Průběžná analýza v boji proti znečištění	X (zjišťování nebezpečných látek v okolí-vzduch, voda)					
12. Minimalizace vzniku nehody (BOZP)	X	X	X	X	X	X

V učebnici se potkáme s dalšími prvky zelené chemie, které se týkají bezpečnosti práce. U jednotlivých prvků či chemických sloučenin nalézáme informace o jejich toxicitě (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011a).

V rámci pokusů můžeme opět nalézt snahu autorů, při níž využívají „zelenější chemikálie“, jako jsou např. sůl, minerální voda, olej, ocet, cukr, křída, půda, aktivní uhlí, citron, červené zelí (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011a str. 14, 21, 34, 56, 66, 70, 76, 96, 106). Také v jednom pokusu nalézáme využití plechovky jakožto druhotné suroviny (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011a str. 38).

2.2.8 Učebnice chemie pro 9. ročník ZŠ z nakladatelství Fortuna

Učebnice chemie pro 9. ročník od nakladatelství Fortuna (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011b) je rozdělena do šesti kapitol *Které reakce jsou redoxní?, Z čeho získáváme energii, Nejpočetnější látky v přírodě, Poznáváme deriváty uhlovodíků, Významné látky v organismech a Chemie slouží i ohrožuje*. Kapitoly jsou dále členěny do jednotlivých podkapitol (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011b).

Opět v učebnici nalezneme zvláště vyhraněný prostor pro praktické a teoretické úlohy ke konci každé kapitoly, slovníček, řešení k otázkám a úkolům, tabulky shrnující vlastnosti některých prvků/organických sloučen a rejstřík pojmů (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011b).

Před první kapitolou v úvodní části nalézáme zmínku, v níž autoři vyzdvihují důležitost chemických metod pro zjišťování škodlivých látek v životním prostředí a pro naši bezpečnost samotnou (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011b str. 5).

Následující tabulka poukazuje na zastoupení myšlenek a prvků zelené chemie v rámci učebních textů v učebnici chemie pro 9. ročník z nakladatelství Fortuna (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011b). Podkapitola *Neoddělitelné- životní prostředí a chemie* z kapitoly *Chemie slouží i ohrožuje* je věnovaná životnímu prostředí, a proto bude z následující tabulky vyjmuta a rozebrána zvlášť.

Tabulka 12: Zelená chemie v učebnici chemie pro 9. ročník od nakladatelství Fortuna (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011b)

	<i>Které reakce jsou redoxní?</i>	<i>Z čeho získáváme energii?</i>	<i>Nejpočetnější látky v přírodě</i>	<i>Poznáváme deriváty uhlovodíků</i>	<i>Významné látky v organismech</i>	<i>Chemie slouží i ohrožuje</i>
1. Zamezení vzniklého odpadu (odpady, skládky, znečištění vody/půdy, ovzduší, plastový odpad, zplodiny, čistírna)	X	X	X	X	X	X

<p>vody, odpadní voda, automobilové katalyzátory, odsiřování, koroze)</p>						
<p>2. Atomová ekonomika</p>						
<p>3. Méně nebezpečné chemické procesy (ochrana životního prostředí a lidského zdraví) (ozonová vrstva/ díra, ozonoféra, ozon, skleníkový efekt, fosilní paliva, oxidy dusíku/síry/uhlíku, tepelné/jaderné elektrárny, freony, pesticidy, problematika hnojiv/tenzidů)</p>	<p>X (proč není vhodné vřazovat použité baterie do komunálního odpadu)</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>X</p>		<p>X</p>
<p>4. Navržení bezpečnějších chemikálií (produktů)(v rámci ochrany životního prostředí) (alternativní zemědělství)</p>		<p>X (vyžití zemního plynu namísto pevných paliv)</p>	<p>X (vyžití zemního plynu namísto pevných paliv) (benzin bez příměsi olova)</p>			<p>X (feromonové lapače)</p>

5. Bezpečnější rozpouštědla a činidla (v rámci ochrany životního prostředí) (biotechnologie-enzymy)					X	
6. Energetická účinnost	X (snížení spotřeby energie v rámci recyklace hliníku)	X (navržení úspor energií ve škole a v domácnosti)				X (zásady chemických výrob vedoucích k lepšímu využití energie)
7. Využití obnovitelných zdrojů (nevyčerpatelné/obnovitelné zdroje energie (větrná, vodní, sluneční, geotermální), využití vedlejších produktů/odpadů, bioplyn, bionafta, ekologická paliva, sběr plastu)		X	X	X		X
8. Zamezení derivatizace						
9. Katalýza						
10. Snadná odbouratelnost						

11. Průběžná analýza v boji proti znečištění			X (kontrola výfukových plynů v autoservisech)			
12. Minimalizace vzniku nehody (BOZP, ekologická katastrofa, havárie, oktanové číslo)		X	X	X		X

Následující tabulka poukazuje na zastoupení zelené chemie v podkapitole *Neoddělitelné – životní prostředí a chemie*.

Tabulka 13: Zelená chemie v podkapitole „Neoddělitelné- životní prostředí a chemie“ (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011b)

	<i>Neoddělitelné – životní prostředí a chemie</i>
1. Zamezení vzniklého odpadu	bezodpadové technologie (divoké) skládky, odpady znečištění ovzduší/vody/půdy, odpadní vody, eutrofizace, čistírna odpadních vod
2. Atomová ekonomika	
3. Méně nebezpečné chemické procesy (ochrana životního prostředí a lidského zdraví)	smog, oxidy dusíku/uhlíky/síry, emise, imise, problematika pesticidů/hnojiv/těžkých kovů,
4. Navržení bezpečnějších chemikálií (produktů)(v rámci ochrany životního prostředí)	

5. Bezpečnější rozpouštědla a činidla (v rámci ochrany životního prostředí)	
6. Energetická účinnost	X (zpracování druhotných surovin)
7. Využití obnovitelných zdrojů	X (využití odpadních látek/biologického kalu), druhotné suroviny, recyklace, bioplyn
8. Zamezení derivatizace	
9. Katalýza	
10. Snadná odbouratelnost	
11. Průběžná analýza v boji proti znečištění	
12. Minimalizace vzniku nehody	ochrana vod/ovzduší/odpadů/životního prostředí, rekultivace krajiny, norné stěny

V učebnici nalézáme další prvky zelené chemie, které se dotýkají bezpečnosti práce. U některých chemických sloučenin nacházíme informace o toxicitě dané látky (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011b).

V některých pokusech dávají autoři přednost práci s šetrnějšími chemikáliemi/přírodninami, jako je např. sůl, citron, zemina, brambora, škrob, olej, mýdlo, droždí, sacharosa, jablko a čaj (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011b str. 14, 17, 31, 63, 65, 68, 75, 83, 84, 98). Také v jednom pokusu nalezneme využití plechovky jakožto druhotné suroviny (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011b str. 31).

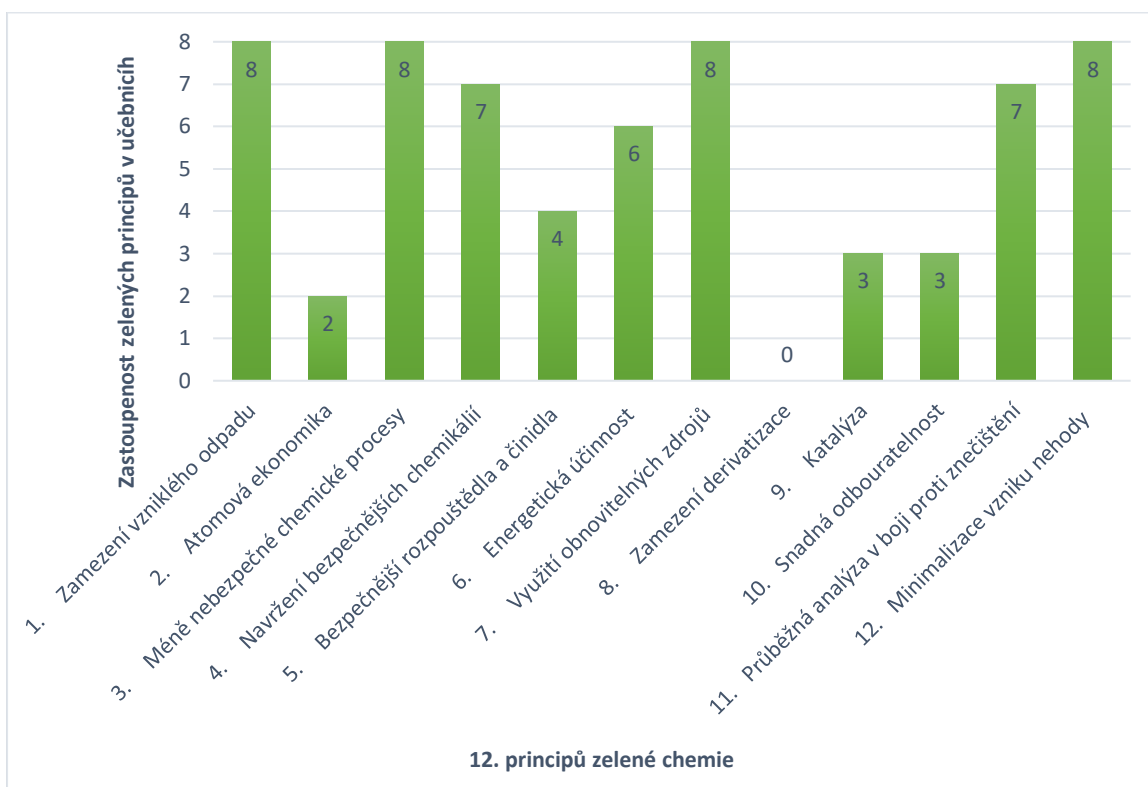
Za zvláštní zmínku stojí dva pokusy, jenž nepřímou mapují některé ze zelených principů. V prvním z nich mají žáci za úkol snižovat tepelné ztráty u horké vody za využití plechovky a pilin/novin/polystyrenu (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011b str. 31). Ve druhém mají navrhnout, jak by z použité baterie získali čistý zinek a oxid mangančitý (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011b str. 84)

Následující tabulka a graf nám shrnují výskyt jednotlivých 12 principů zelené chemie ve všech vybraných analyzovaných učebnicích chemie pro ZŠ.

Tabulka 14: Výskyt dvanácti principů ve všech analyzovaných učebnicích pro ZŠ

	1. uč.	2. uč.	3. uč.	4. uč.	5. uč.	6. uč.	7. uč.	8. uč.
1. Zamezení vzniklého odpadu	X	X	X	X	X	X	X	X
2. Atomová ekonomika				X			X	
3. Méně nebezpečné chemické procesy	X	X	X	X	X	X	X	X
4. Navrzení bezpečnějších chemikálií	X	X	X	X		X	X	X
5. Bezpečnější rozpouštědla a činidla		X				X	X	X
6. Energetická účinnost	X	X	X	X			X	X

7. Využití obnovitelných zdrojů	X	X	X	X	X	X	X	X
8. Zamezení derivatizace								
9. Katalýza		X		X			X	
10. Snadná odbouratelnost			X	X		X		
11. Průběžná analýza v boji proti znečištění	X		X	X	X	X	X	X
12. Minimalizace vzniku nehody	X	X	X	X	X	X	X	X



Obr. 1: Graf principů zelené chemie a učebnice chemie

Výše vyobrazený graf nám umožňuje lépe se zorientovat ve výskytu zelených principů napříč jednotlivými učebnicemi chemie pro ZŠ.

V každé učebnici se pracuje s myšlenkami 1. principu (zamezení vzniklého odpadu), 3. principu (méně nebezpečné chemické procesy), 7. principu (využití obnovitelných zdrojů) a s myšlenkami principu 12. (minimalizace vzniku nehody).

O poznání méně, a to konkrétně v sedmi učebnicích z osmi, nalézáme myšlenky 4. principu (navrzení bezpečnějších chemikálií) a principu 11. (průběžná analýza v boji proti nečištění).

V šesti učebnicích nalézáme promítnut 6. princip zelené chemie (energetická účinnost).

5. princip (bezpečnější rozpouštědla a činidla) nalézáme promítnutý v polovině z výše analyzovaných učebnic.

Nízké zastoupení myšlenek 9. principu (katalýza) a 10. principu (snadná odbouratelnost) nalézáme ve třech učebnicích chemie.

Hůře jsou na tom myšlenky 2. principu (atomová ekonomika), které jsou promítnuty pouze ve dvou z osmi rozebraných učebnic.

8. princip zelené chemie (zamezení derivatizace) nenacházíme promítnut v žádné z výše analyzovaných učebnic.

2.3 Rozhovory s učitelkami/učiteli základních škol a nižších gymnázií o principech zelené chemie a jejich využití ve výuce

2.3.1 Cíle výzkumu a výzkumné otázky

Jak již bylo úvodem řečeno, sami můžeme pocítovat dopady globálního oteplování na vlastní kůži, a proto je nutné vnášet prvky zelené chemie do výuky na základních školách či nižších gymnáziích. V předešlých kapitolách jsme podrobili analýze výskytu prvků a souvislostí 12 principů zelené chemie jakožto pilíře udržitelné chemie u RVP ZV a v učebnicích chemie pro základní školy, kde jsme si mohli povšimnout jejich výskytu v podobě myšlenek, které se samotných principů více či méně dotýkají. RVP ZV a i učebnice chemie pro ZŠ avšak nadále zůstávají pasivním a především omezeným rámcem učiva pro žáky či doporučenou strukturou učiva samotného. Cíl výzkumu se tedy nabízí sám. Je potřeba zajistit informace od přímého zprostředkovatele učiva žákům, a to od učitelek/učitelů základních škol a nižších gymnáziích v rámci tématu zelené chemie.

Cílem rozhovorů je tedy zjistit postoje, povědomí a zkušenosti učitelů/učitelek chemie základních škol a nižších gymnáziích týkajících se zelené chemie a jejímu začlenění do výuky.

První výzkumná otázka, která mapuje postoje učitelů k zelené chemii zní: „*Jak učitelky/učitelé vnímají zelenou/udržitelnou chemii a její možnost předávat ji bezprostředně žákům.*“ a druhá výzkumná otázka poukazuje na jejich reálný výskyt „*Jak učitelky/učitelé začleňují prvky zelené chemie/udržitelné chemie do své výuky.*“.

2.3.2 Výzkumná metoda a sběr dat

K zjištění postojů a zkušeností učitelů/učitelek spojených se zelenou chemií byl zvolen kvalitativní výzkum, který nám lépe pomůže proniknout do vztahů učitelů k zelené chemii a lépe

jim tak porozumět. Metodou sběru dat pro tuto diplomovou práci byl zvolen hloubkový polostrukturovaný rozhovor, který je řazen mezi jednu z metod sociologického kvalitativního výzkumu. Metoda umožňuje přímý kontakt s dotazovanými, a tím zajistit podrobnější sběr informací o dané problematice (Miovský, 2006, s. 159-161).

Polostrukturovaný rozhovor, jak už název vypovídá, zahrnuje výhody rozhovoru strukturovaného a nestrukturovaného. Tazatel má předem jasně stanovený cíl, k němuž mu dopomůže předem soubor připravených otázek a dotazovaný má tak menší šanci stáčet rozhovor jiným směrem. Zároveň může autor manipulovat s pořadím otázek a dle spádu rozhovoru jej také může o jiné otázky doplnit (Hendl, 2012, str. 175). Tato možnost umožňuje získat autentičtější informace od každého z dotazovaných.

Před zahájenými rozhovory byla připravena škála otázek týkajících se zelené chemie, které byly následně rozřazeny do dílčích tematických skupin.

Tematické skupiny otázek pro polostrukturované rozhovory s učiteli chemie na základních školách a nižších gymnáziích:

1) Zmapování povědomí respondentů o zelené/udržitelné chemii

- *Co si představíte pod zelenou barvou? Jakými třemi slovy byste charakterizoval/a zelenou barvu? Jak byste charakterizoval/a vlastními slovy tzv. zelenou chemii případně chemii udržitelnou?*
- *Setkal/a jste se někdy s pojmem tzv. zelené chemie? Pokud ano, tak v jakém kontextu?*
- *Co si představíte pod pojmem zelená chemie?*
- *Slyšel/a jste někdy o tzv. 12 principech zelené chemie? Dokážete některé vyjmenovat?*
- *(Co by mělo být případně zařazeno do 12. principů?)*

2) Prvky zelené/udržitelné chemie v učebnicích z pohledu učitelek/učitelů chemie.

- *Pracujete na hodinách chemie či ve svých přípravách s učebnicí chemie? S jakou?*
- *Vyskytuje se v učebnici zmínka o tzv. zelené/udržitelné chemii v jakékoli podobě? V jaké?*
- *Mají některé principy zelené chemie vztah k některým tématům v učebnicích chemie? Ke kterým?*

- 3) Zařazování prvků zelené/udržitelné chemie do výuky
- (Po přečtení 12 principů zelené chemie): *Které z 12 principů zelené chemie vnímáte jako snadno zařaditelné do výuky chemie na základní škole nebo na nižším gymnáziu? Který případně již zařazujete?*
 - *Které z 12 principů zelené chemie vnímáte jako nezařaditelné do výuky chemie na základní škole nebo na nižším gymnáziu? Z jakých důvodů?*
- 4) Prostor věnovaný doplňujícím postřehům respondentů
- *Chtěl/a byste zdůraznit ještě něco, co v rozhovoru nezaznělo? Nebo doplnit, co vás případně k tématu napadlo?*

2.3.3 Vzorek respondentů a kritéria jeho výběru

Respondenti byli vybráni pomocí jedné ze základních metod pro stanovení výběrového vzorku, a to metodou záměrného (nenáhodného) výběru s technikou účelového výběru, kdy tazatel cíleně vyhledává své respondenty na základě předem stanovených kritérií, kterým daní jedinci musí odpovídat (Mioviský, 2006, str. 135-136).

Pro výběr respondentů byly stanoveny tři následující kritéria:

- 1) ***Pedagogické vzdělání v oboru chemie.***
- 2) ***Učitel/učitelka chemie nyní aktivně působící na základní škole v osmém/devátém ročníku či v odpovídajícím ročníku na nižším gymnáziu.***

Další nezbytnou podmínkou pro uskutečnění rozhovorů je vybrat takové účastníky, kteří mají ochotu výzkumu se zúčastnit (Švaříček, Šedová a kol., 2007, str. 103).

- 3) ***Ochota zúčastnit se výzkumu.***

2.3.4 Etické aspekty výzkumu

Potenciální respondenti byli nejprve prostřednictvím e-mailu informováni o účelech této diplomové práce s příslušným výzkumem, ve kterém též byli požádáni o svoji účast. Respondentům bylo rovněž sděleno, jak bude rozhovor probíhat. Když respondenti prostřednictvím e-mailu souhlasili se svou účastí na našem rozhovoru, byla s nimi domluvena osobní schůzka či schůzka v online prostředí dle jejich možností.

Před začátkem rozhovoru byl respondentům opět připomenut záměr rozhovoru, dále byl pořízen nahraný souhlas s audionahrávkou celého rozhovoru s následným přepisem do textové formy výhradně za účelem této diplomové práce.

2.3.5 Analýza sběru dat

K analýze získaných dat od všech respondentů byla zvolena metoda zakotvené teorie s technikou kódování složenou ze tří fází – kódování otevřeného, axiálního a selektivního.

Zakotvená teorie je metodou induktivního charakteru, kdy v rámci výzkumu nezačínáme teorií, již bychom chtěli ověřit, ale z analyzovaných jevů necháváme průchod tomu, aby vyplynulo na povrch to, co je ve zkoumané oblasti významné (Strauss, Corbinová, 1999, str.14).

Technika kódování dle Strausse a Corbinové (1999) zahrnuje tři fáze – otevřené, axiální a selektivní. Otevřené kódování nám umožní při samotné analýze texty rozebrat na dílčí kousky, ve kterých dále hledáme podobnosti a rozdíly. Následně je označujeme pomocí pojmů a dělíme je do jednotlivých kategorií. Axiální kódování navazuje bezprostředně na kódování otevřené, kdy dále vytváříme nové kategorie a subkategorie, které dále podrobujeme novým otázkám, které se během analýzy objevují, a my tak můžeme na text opět nahlížet novým způsobem. Poslední fází, tedy selektivním kódováním je spojení jednotlivých kategorií do kategorie centrální (Strauss, Corbinová, 1999, str.196).

2.3.6 Vyhodnocení rozhovorů a interpretace výsledků

Polostrukturovaných rozhovorů se zúčastnilo celkem devět respondentů, z toho se třemi proběhla osobní schůzka a s dalšími šesti proběhla schůzka v online prostředí Microsoft Teams. Ke všem rozhovorům byla pořízena audionahrávka/videonahrávka, která sloužila výhradně pro přepis daného rozhovoru do textového dokumentu a následně po dokončení přepisu byla smazána.

Rozhovory byly nahrávány vždy s bezprostředním souhlasem všech zúčastněných respondentů.

Stručný popis respondentů

Respondent č. 1 – žena, vzdělání: Přírodovědecká fakulta UK učitelství chemie a biologie, 39 let praxe, předměty: chemie/biologie, nižší gymnázium, Praha

Respondent č. 2 - žena, vzdělání: Přírodovědecká fakulta UK učitelství chemie a biologie, 41 let praxe, předměty: chemie/biologie, nižší gymnázium, Pacov

Respondent č. 3 - žena, vzdělání: Přírodovědecká fakulta UK učitelství chemie a fyziky + obecná biologie, 37 let praxe, předměty: chemie/fyzika/biologie/pracovní činnosti, nižší gymnázium, Praha

Respondent č. 4 – muž, vzdělání: Přírodovědecká fakulta UK učitelství chemie + Matfyz UK učitelství fyziky, 33 let praxe, předměty: chemie/fyzika, nižší gymnázium, Praha

Respondent č. 5 – muž, vzdělání: Pedagogická fakulta UK učitelství chemie a výchovy ke zdraví, 6 let praxe, předměty: chemie/matematika, základní škola, Radotín

Respondent č. 6. – muž, vzdělání: Pedagogická fakulta UK učitelství chemie a biologie, 6 let praxe, předměty: chemie/biologie/informatika, základní škola, Radotín

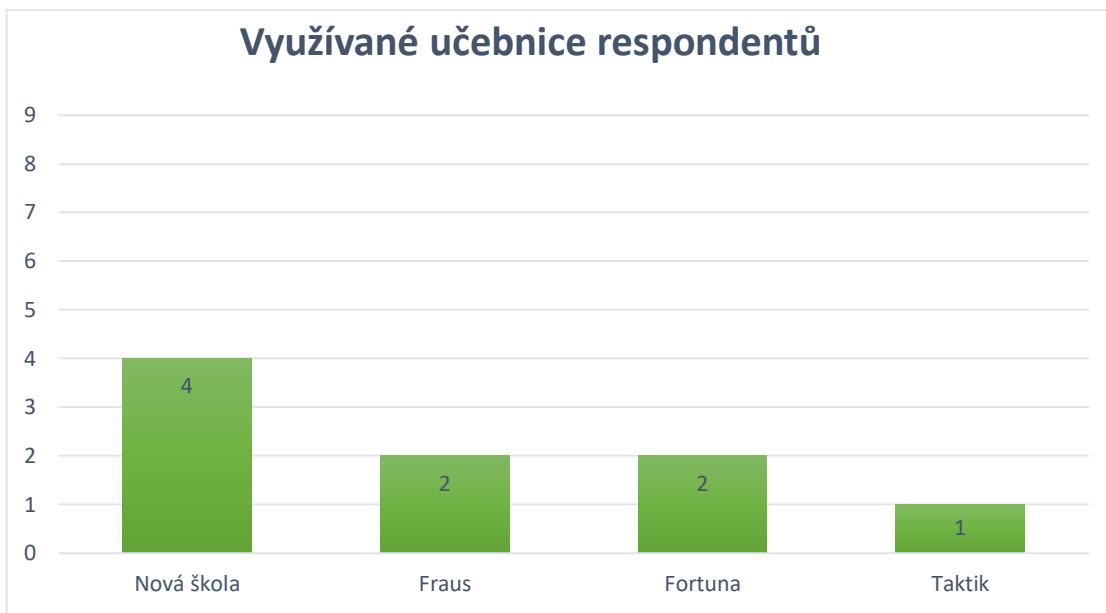
Respondent č. 7, žena, vzdělání: Přírodovědecká fakulta UK učitelství chemie a biologie, 18 let praxe, předměty: chemie/biologie, základní škola, Dolní Břežany

Respondent č. 8 – žena, vzdělání: VŠCHT technologie potravin + učitelství chemie, 8 let praxe, předměty: chemie/matematika, základní škola, Praha

Respondent č. 9 – žena, vzdělání: Přírodovědecká fakulta UK učitelství chemie a biologie, 29 let praxe, předměty: chemie/biologie, základní škola, Praha

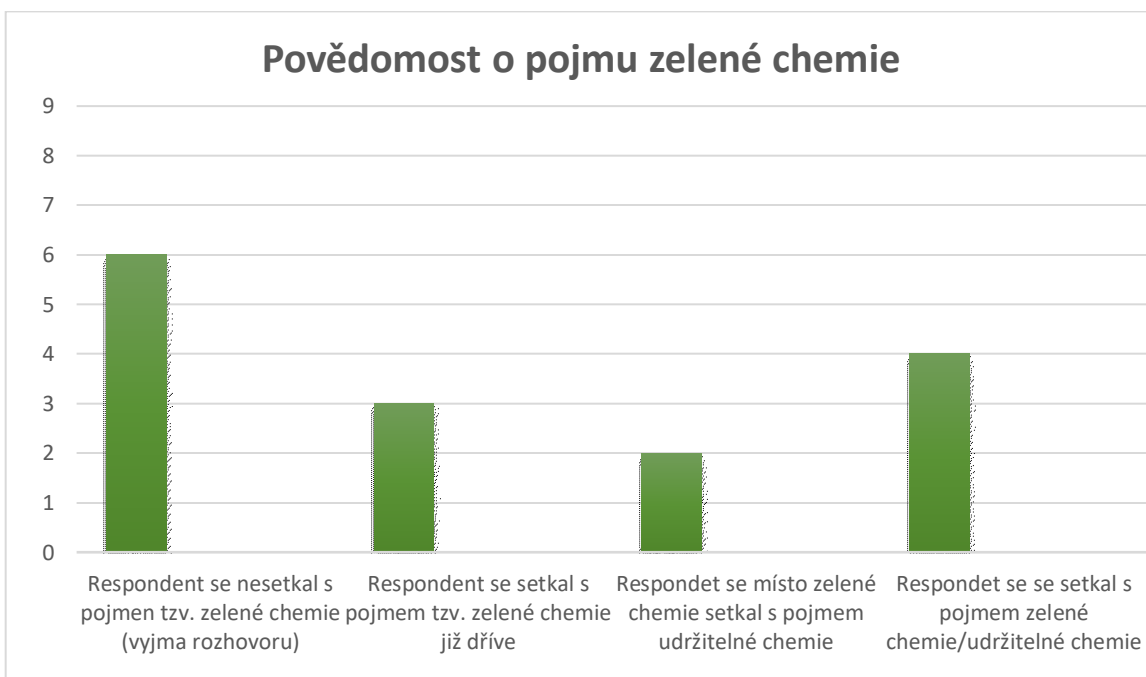
Dále budou v práci respondenti vždy uvedeni pod svoji odpovídající zkratkou.

- Respondent č.1 – R1
- Respondent č.2 – R2
- Respondent č.3 – R3
- Respondent č.4 – R4
- Respondent č.5 – R5
- Respondent č.6 – R6
- Respondent č.7 – R7
- Respondent č.8 – R8
- Respondent č.9 – R9

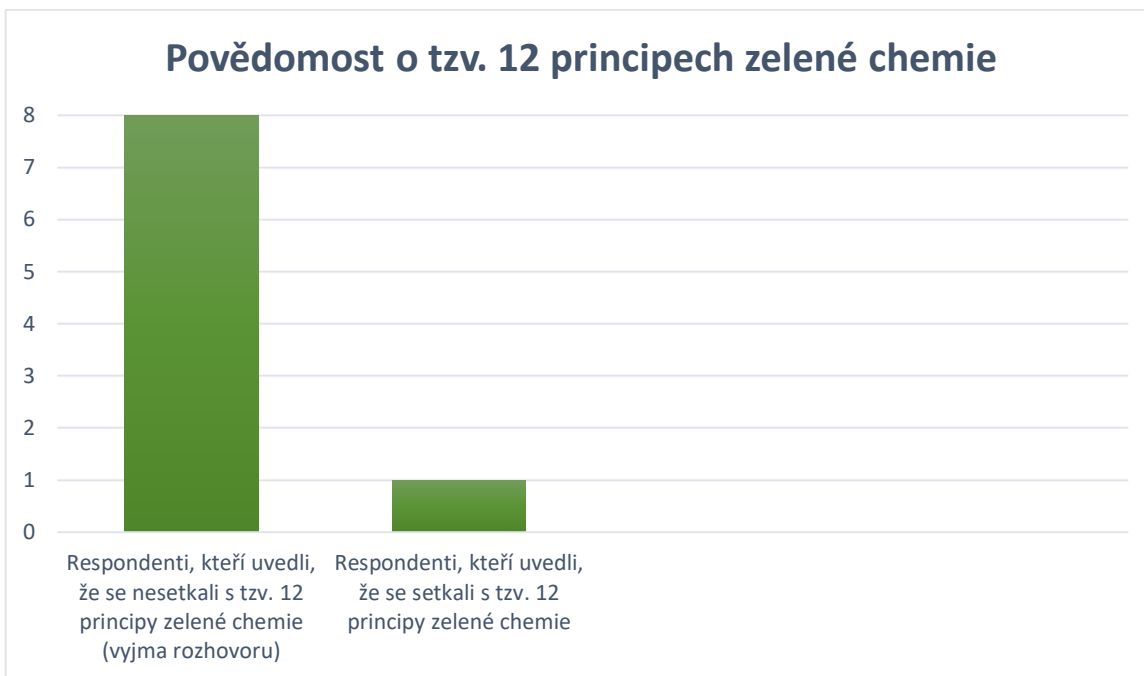


Obr. 2: Graf respondentů a jimi využívané učebnice

V průběhu každého rozhovoru zazněly dvě otázky, které mapují povědomí o tom, zda se respondenti setkali s názvem, jakým je zelená chemie, případně chemie udržitelná a s konceptem dvanácti principů zelené chemie. Grafy níže ukazují základní přehled povědomí o výše uvedených pojmech.



Obr. 3: Graf respondentů a pojem zelená chemie



Obr. 4: Graf respondentů a 12 principů zelené chemie

Respektive R7, který je veden v grafu, že se s dvanácti principy setkal, uvádí: „Že jich je dvanáct jsem nezaregistrovala, ale o principech jsem slyšela.“.

Po přeepsání rozhovorů byl každý rozhovor v otevřené fázi kódování nejprve rozebrán na jednotlivé části, které byly navzájem mezi sebou porovnány. Jednotlivým částem byly přiřazené tematické kódy, které daly vzniknout novým kategoriím.

Během axiálního kódování jsme se pokoušeli jednotlivé kategorie porovnat mezi sebou a najít mezi nimi další podobnosti, rozdílnosti a vytvořit kategorie a subkategorie nové.

V poslední fázi selektivního kódování jsme vytvořili z jednotlivých kategorií následující koncepty a výsledné 4 okruhy (*Zelená chemie služebním přírody*, *Zelená chemie ve výuce chemie*, *Limity zelené chemie*, *Budoucnost pro zelenou chemii*), ve kterých budou výsledky představeny.

2.3.6.1 Zelená chemie služebním přírody

Zelená asociace

V každém rozhovoru se objevila otázka, u které měli respondenti charakterizovat zelenou barvu pomocí tří slov. U žádného z pojmů se nevyskytla negativní konotace ve významu slova.

Nejčastěji si respondenti asociují zelenou barvu se slovem **příroda**, které zaznělo od pěti účastníků (R1, R5, R7, R8, R9). **Fotosyntéza** (R1, R9), **les** (R2, R3), **listy** (R4, R6), **uklidnění** (R1, R2) a **chlorofyl** (R6, R8) zaznělo od respondentů celkem dvakrát. Zbytek pojmů si asocioval se zelenou barvou pouze vždy jeden z účastníků rozhovorů. Pojmy, jenž bychom mohli zařadit do přírody samotné: **louka** (R3), **stromy** (R3), **tráva** a **rostliny** (R8) a **životní prostředí** (R6). Pojmy, které charakterizují spíše vlastnosti zelené barvy, občas mohou být pozitivně emočně zabarveny: **klid** (R1), **pohoda** (R2), **naděje** (R2), **příjemná** (R4), **přirozená** (R4), **dobrý** (R5), **čistý** (R7), **zdravý** (R7), **život** (R9) a **čerstvost** (R9).



Obr. 5: Asociace respondentů se zelenou barvou (Worditout, 2024)

Ochrana přírody

Pojmy, jež zazněly od respondentů při asociaci se zelenou barvou, a které odrážejí ochranu životního prostředí: **udržitelný** (R5), **recyklační symbol** (R5).

Koncept ochrany přírody se v myšlenkách respondentů objevoval napříč popisem či v představách o zelené/udržitelé chemii. Většina z odpovědí odráží jakousi obecnou prevenci v rámci ochrany životního prostředí, kdy R1 popisuje: „...že budeme využívat takové látky, které nebudou škodit naší přírodě.“, obdobně tak R9: „... že budou využívat chemické látky, které nebudou škodit životnímu prostředí, nebudou se ukládat v potravních řetězcích, budou v souladu

vůči nějakým přírodním zákonitostem.“ a R6 hovoří o „...vlivu těch látek na životní prostředí, aby ho neohrožovaly. Aby se do životního prostředí nedostávaly látky, které mu vyloženě škodí, to znamená nějaké jedovaté, nebezpečné pro životní prostředí atd.“. Dále R3 hovoří o: „...omezení těch látek, které třeba nejsou odbouratelné. Které mají negativní vliv na životní prostředí a dají se nahradit.“. R2 si vybaví: „...méně znečištění“.

Někdy myšlenky související s ochranou přírody byly daleko konkrétnější. Nevyrábět tolik odpadů, případně odpady dále využívat. R5 si zelenou chemii spojuje s tím, že: „...nebudou vznikat žádné odpadní látky, které nebudou nějak dál využitelný.“. Podobně smýšlí R6, kdy hovoří o plánování chemických reakcí tak: „...aby tam vznikalo co nejméně odpadu, případně aby vedlejší produkty, které vznikají byly využity třeba zase pro jiné reakce.“.

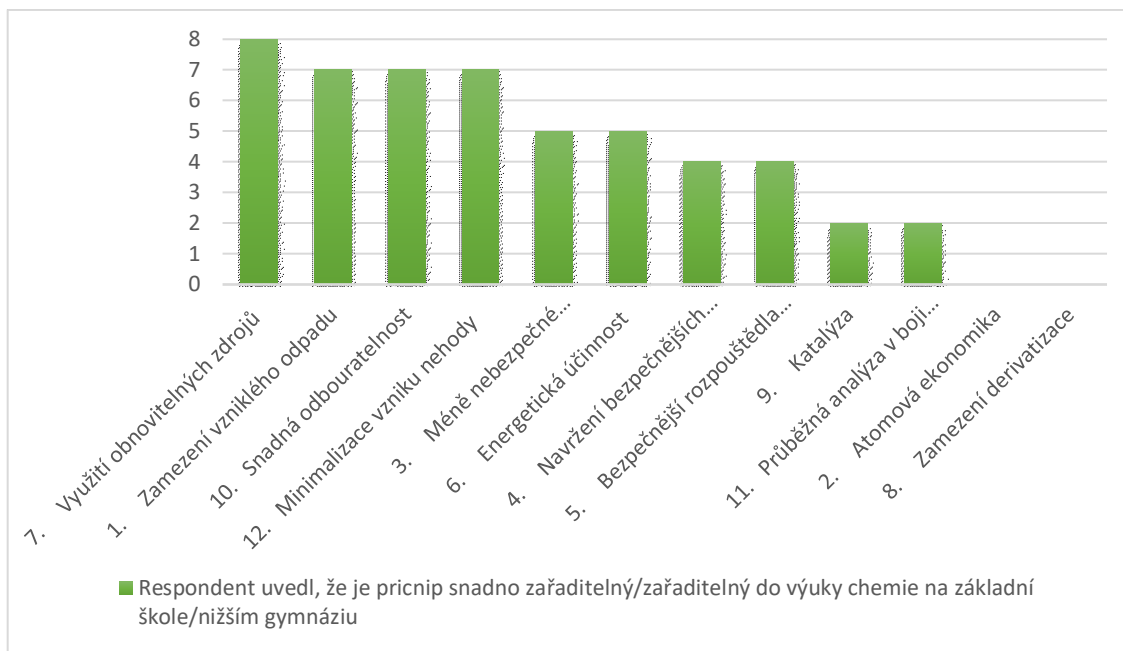
R7 zase připodobňuje zelenou chemii k: „...chemii preventivní. Aby nevznikaly nějaké škodlivé látky, u kterých se opět řeší, jak s těmi odpady nakládat, jak je zpracovávat, aby se neničilo životní prostředí.“

2.3.6.2 Zelená chemie ve výuce

Výukový potenciál jednotlivých principů

12 principů zelené chemie, jak již bylo výše v diplomové práci zmíněno, vystihuje podstatu a myšlenky zelené chemie samotné. Respondenti po přečtení krátké charakteristiky jednotlivých principů (viz. příloha č. 10) rozhodovali na základě svých zkušeností, které z nich jim do výuky chemie na základních školách/nížších gymnáziích přijdou realizovatelné. Nejvíce respondentů uvedlo 7. princip, *Využití obnovitelných zdrojů* jako snadno zařaditelný.

Dále často respondenti volili ještě 1. princip, *Zamezení vzniklého odpadu*, 10. princip, *Snadná odbouratelnost* a 12. princip, *Minimalizace vzniku nehody*, ve které nejčastěji uváděli respondenti bezpečnost práce.



Obr. 6: Graf respondentů a zařaditelné principy zelené chemie do výuky

Skryté prvky zelené chemie

Respondenti některé prvky nevnášejí do své výuky vědomě, jako je tomu u R3, kdy uvádí: „*Tak zelenou chemii neučím vědomě, že jo, ale objevuje se.*“. Respektive žáci nejsou přímo upozorněni na spojitost se zelenou chemií, ale to neznamená, že na žáky nepůsobí/neovlivňuje je alespoň pasivně.

R1 uvádí, že na chodbách ve škole mají nástěnky s environmentální tematikou. Dále se snaží, aby školní exkurze a výlety měly environmentální podněty vždy v sobě. R5 zase uvádí projektové dny, konkrétně zmiňuje téma vody, kdy se environmentální prvky snadno zařazují. Dále zmiňuje i recyklační koše, které žáky neustále upozorňují na koncept odpadů.

R7 poukazuje na bezpečné chemikálie v praxi v závislosti na látkách, které smějí ve výuce využívat. R7 uvádí že: „... *už na té základce nesmíme pracovat s něčím, kromě pečícího prášku a octa, když to tak řeknu. Takže často drtíme hlemýždí ulity, když vyrábíme oxid uhličitý.*“ a R8 např zmiňuje bezpečná rozpouštědla: „... *testujeme vlastnosti látek, co reaguje s vodou, co s octem.*“.

R5 opět naráží na koncept skryté zelené chemie ve výuce, kdy uvádí že: „...*udržitelnou chemii nevyučujeme doslovně, ale principy využíváme např. stylem, že šetříme materiálním vybavením.*“.

Nejpopulárnější témata zelené chemie

Mezi témata, která jsou žákům nejčastěji prezentována ve výuce chemie našimi respondenty a zároveň odrážejí myšlenky zelené chemie, patří bezpochyby téma obnovitelných a neobnovitelných zdrojů, které uvádí každý z respondentů, kdy je nejčastěji zmiňují v návaznosti výskytu tématu v učebnicích. Uveďme si je na pár příkladech, např. u R2: „*Obnovitelné suroviny také, když se začíná organika, že jo, tak je tam ropa, u které se řeší co jsou obnovitelné a neobnovitelné zdroje.*“ podobně R1 uvádí: „*Dále se zde hovoří o obnovitelných zdrojích, energetice.*“ a R8: „*Využívání obnovitelných surovin. Na tom máme v učebnici celou kapitolu, kde se hovoří o obnovitelných a neobnovitelných zdrojích.*“.

Koncept odpadů a bezodpadových principů je často u respondentů promítán skrze téma vody jako u R4: „*Tak možná zánik odpadu, když se hovoří o odpadní vodě.*“ Skrze téma plastů jako u R5: „*... vlastně v deváté třídě je cela kapitola věnována plastům.*“ či na obecnější úrovni, kdy R9 uvádí že: „*... bezodpadové hospodářství určitě zmiňujeme.*“. Koncept odpadů nalzáme opět promítnut u každého z dotazovaných respondentů.

Dalším významným bodem je určitě bezpečnost práce, která se taktéž bezpochyby objevuje ve výuce všech respondentů především ve smyslu prevence. Ať už se jedná o práci na teoretické úrovni v rámci informací o toxicitě látek jako u R1: „*Do toho by spadal i alkohol a různá ředidla jako je toluen a aceton. Hovoříme o nebezpečnosti chemikálií, také celkově o bezpečnosti práce.*“ a R6 ještě doplňuje likvidaci: „*Určitě o používání některých nebezpečných látek a jejich bezpečné likvidaci.*“.

Nebo R8 ještě doplňuje téma přírodních katastrof na teoretické úrovni: „*O tom se taky bavíme, ale formou bezpečnosti práce, Nebo když se bavíme o přírodních katastrofách.*“.

Či někteří v rámci svých praktik jako R9: „*Vždy je upozorním na bezpečnost práce, co obsahují RS věty.*“.

Mezipředmětové vztahy

Respondenti často upozorňovali na spojitost zelené chemie s jinými předměty z řad přírodních věd. Či na prolínání environmentálních témat mezi nimi. Někdy dokonce i samotných zelených principů jako tomu bylo u R6: „*... ale hodně se to prolíná s přírodopisem. Když učím katalyzátory nebo enzymy, tak tam je návaznost na to, že to třeba bude vést k tomu, že nebudeme*

mít tolik vedlejších produktů, že se reakce urychlí, a že nebudou vznikat odpadní látky, třeba díky tomu, že reakce půjde jiným směrem.“.

R1 kromě: „*Určitě mě napadá ještě provázanost zelené chemie s ostatními předměty nejen přírodovědného charakteru jako je biologie“* upozorňuje ještě na možnost snadného zařazení zelené chemie i do humanitních předmětů: „*prakticky je to zařaditelné do jakéhokoliv předmětu. Když jsem kdysi dělala ta environmentální studia, abych se stala koordinátorem ve škole, tak jsem oslovovala i ostatní kolegy z jiných předmětů, zda by takováto témata nemohli zařadit do angličtiny, do zeměpisu atd. a docela dobře se dařilo.“*

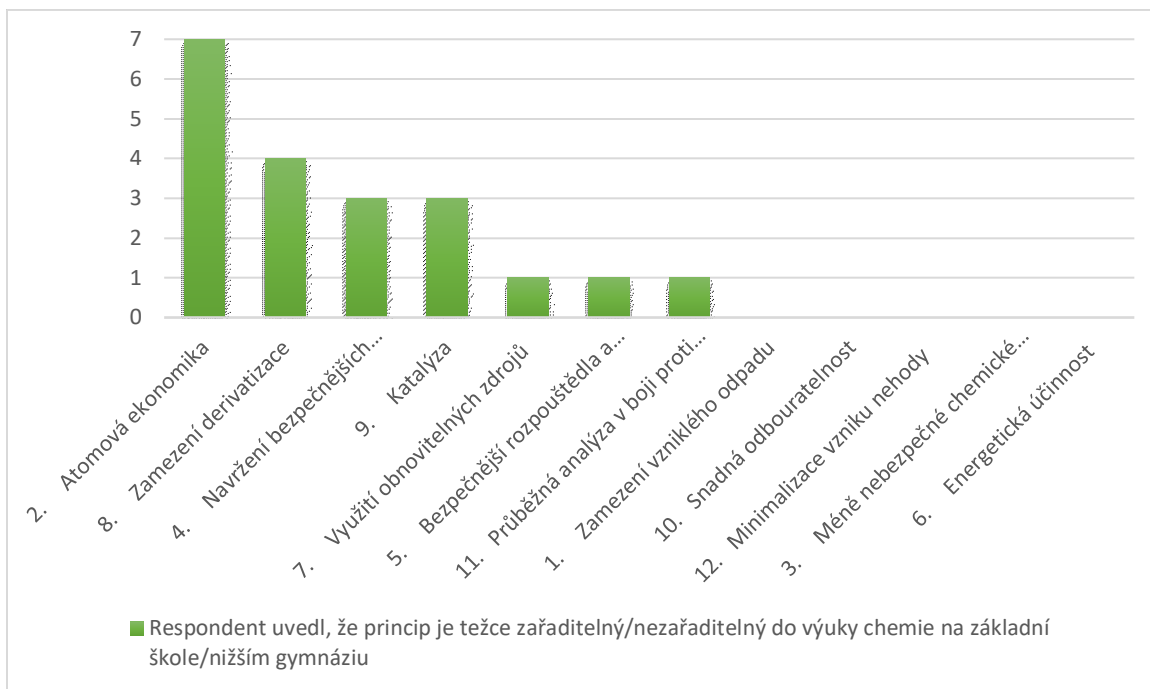
2.3.6.3 Limity zelené chemie

Jako vše, tak i výuka zelené chemie má své nedostatky, které z rozhovorů respondentů vyplývají. Lze je shrnout do následujících tezí.

Příliš složité

V rámci rozhovorů byli respondenti podrobeni otázce, ve které měli z dvanácti principů zelené chemie vybrat ty, které jim připadají jako těžce zařaditelné či nezařaditelné do výuky chemie na základní škole či nižším gymnáziu. Nejvíce respondentů uvádí 2. princip, *Atomovou ekonomiku*.

Graf níže zachycuje principy zelené chemie, které respondentům přijdou těžce aplikovatelné na základní škole/nižším gymnáziu.



Obr. 7: Graf respondentů a nezařaditelné principy chemie do výuky

Vybrané principy se u některých respondentů sice lišily, ale důvod zůstával prakticky identický. “Je to těžké“. Uvedme si příklad popisu některých z respondentů, kdy R7 uvádí: „Deriváty ne. To si myslím, že je pro ně obtížně. Ale nejhůře na tom bude asi ta katalýza. Katalyzátory znají, ale nějak to propojit s tím principem přes katalytická a stechiometrická činidla. Možná když hovoříme o katalyzátorech v autech, které jsou zmiňované v učebnici. Myslím, že je to toho důvodu, že nemají ještě dostatečné znalosti. Takže asi to je v opravdu ta odbornost, co to limituje.“ nebo R9 který uvádí: „Těžká mi přišla dvojka a čtyřka. Myslím, že nemají ty znalosti, aby něco navrhovali. Energetická účinnost, ta by asi šla. Osmička mi ještě připadá těžká.“

R6 upozorňuje na přílišnou komplexitu zelené chemie, která může s sebou přinášet i potenciální riziko pro žáky, kdy uvádí: „Co se týče těch žáků, tak tam si nedokážu úplně představit, že by si rozmysleli, jak třeba provést nějaký pokus zeleně a na základě toho plánovali chemikálie, protože to už by potom zasahovalo do nějakých bezpečnostních rizik. Je to příliš komplexní, podle mě, na základní školu. Nicméně nějaké povědomí by tam být mohlo.“

Ve špatný čas na špatném místě

Témata, která jsou v chemii environmentálně směřována jsou ve školách probírána až na konci 9. ročníku, kdy je období přijímaček na střední školy, a jsou tak utlačována do pozadí. R3 uvádí: „ale např. témata, která se zabývají, čím chemie slouží a ohrožuje, tak k těm se dostaneme až na konci devítky, a v podstatě jsme rádi, že jsme rádi, Výroby jako takové se neberou. Občas se pouze nějaká zmiňuje.“ a R8 obdobně: „A když se dělají tyhle témata, to už jsme na konci devítky a není tam na nic čas, krom přijímaček.“

Případně R6 poukazuje i na stejný fenomén u přírodopisu: „Podle současných osnov se ekologie a případně ochrana životního prostředí učí někdy na konci 9. třídy, což často ústí v to, že učitelé se dlouho věnují geologii, a potom na tu ochranu životního prostředí nezbude žádný čas.“

R4 vnímá zelenou chemii na úrovni zemědělské výroby: „V zásadě je to odvětví chemie jistě žádoucí, přirozené, ale zároveň limitující svou produkcí, konkrétně množstvím produkce. Mám pocit, že přirozená hnojiva nejsou tak efektivní, protože nemůžou dosahovat takových výnosů jako hnojiva průmyslová.“ nebo jsou zelená témata či její principy spíše chápány na úrovni průmyslové, než na úrovni škol. Jako je tomu např. u R2 když uvádí: „No těch 12 principů je spíše pro průmysl, bude náročně vměstnat do výukového systému pro žáky, kterým je mezi 14-15 lety. Nějak jim to přiblížit.“ či jako R6, který zmiňuje konkrétní princip: „Asi tady, ta dvojka. Přijde mi obtížná. Jak průmyslově vyrobit nějakou látku, to je asi nad rámec základní školy.“ obdobně tak R8: „Ta desítka a jedenáctka. To už vidím spíš u těch výroby, ale přemýšlím.“

Přehlcenost zelenou chemií

V odpovědích respondentů se často vyskytuje obava, která souvisí s přehlceností zelených prvků u žáků, jež by mohla dle některých respondentů vyvolat negativní spojitost mezi environmentálně laděnými tématy. R1 uvádí: „V každém případě bych dětem tuhle tu problematiku nenutila nějak násilně. Zmiňovala bych ji kdykoliv, ale zdá se mi poněkud třeba i kontraproduktivní, kdyby se zavedl např. předmět zelené chemie.“

Mám pocit, že by žáci měli dojem přehlcenosti.“ obdobného názoru je i R2: „Napadá mě, aby ty děti, nebyli přehlcení, že se jim neustále bude podávat něco s udržitelností, co se kde musí snížit, co se nesmí používat, jak nemůžeme vyčerpávat energii. Myslím, že pokud to budeme rvát úplně všude za každou cenu, mohlo by hrozit nebezpečí v podobě kontraproduktivity.“

R8 poukazuje na to, že se od žáků setkává i s negativní odezvou, jako je tomu u témat obnovitelných a neobnovitelných zdrojů. R8 uvádí, že: „*nejvíce bojujeme s kapitolou těch obnovitelných a neobnovitelných zdrojů energie, protože už to slyšeli mockrát. Mají o tom velké povědomí, protože si o tom už povídali na prvouce, pak někde v přírodovědě, možná i v zeměpise, takže už mají pocit, že to znají. A koukají takovým způsobem, „jako už zase?“*“.

Chybí materiály pro učitele

R6 uvádí nedostatečnou podporu ve formě výukových textů: „*Momentální kámen úrazu je nepřilíš dobrý výhled na nějaké modelové úlohy, které by se daly zařazovat. Takže by bylo fajn, vymyslet třeba nevím, dvě žákovské aktivity na téma zelená chemie, nebo jak nějaké téma obohatit o tu zelenou chemii. Zkrátka lidé si myslí, že všechno najdeme na internetu. Nicméně mi přijde nedostatek třeba nějakých výukových textů, které by byly na vhodné úrovni pro ty žáky. A tím pádem pro ně byly stravitelné, internet je prostě změt' náhodných věcí a ti žáci tam těžko hledají souvislosti*“.

R7 by ocenil nějaké návody pro učitele, jenž by pomohly se zapojením jednotlivých principů do výuky: „*Klidně do těch učebnic, ale aby přesně člověk věděl, jo tady to můžu zapojit. Nebo nějaké návody pro učitele*“.

Dále v rozhovoru R7 poukazuje na nutnost stručnosti materiálů: „*takový manuál, ten by mohl někoho odradit kvůli času*“.

2.3.6.4 Budoucnost pro zelenou chemii

Pomalou, ale jistě

Respondenti se ve větší míře shodují na tom, že by bylo vhodné prvky zelené chemie zařazovat postupně, ne v rámci většího celku, ve smyslu nějaké kapitoly, např. z důvodu umístění environmentálních témat vždy na konec učebnice, jak uvádí R6: „*Podobně by to mohlo být u té chemie, že by to byla třeba nějaká kapitola, kterou hodíme někam na závěr a pak na něj vlastně vůbec nedojde. Proto je ta průběžnost a nějaké spirálovité v pořádání těch témat žádoucí*“.

Obdobně je na tom R2, který taktéž zmiňuje spirálový model: „*No a tyhle tři body, které jsem zmiňovala, kdyby se žákům podávaly v různých kontextech, v modelu spirály, která se bude stále opakovat a zároveň navazovat, tak by se určitě daly zařadit*“.

R5 hovoří o postupném zařazování zelených prvků v dlouhodobém horizontu: „*Myslím si, že by to mělo zaznívat v průběhu celých dvou let. Nemyslím si, že by to měla být izolovaná kapitola, ale žáci by se tím měli seznamovat postupně*“.

Co by mohlo usnadnit cestu zelené chemii

Revize RVP, respondenti zmínili novou revizi RVP ZV ve spojitosti s udržitelností. R8: „Jsem zvědavá na revidované RVP ZV, které je více orientované na nějakou udržitelnost z toho, co jsem četla. Ocenila bych nějaké materiály, soubor, který učitelům pomůžeme v adaptaci. Z toho starého vyškrtnou téměř všechno.“ a R6: „Možná souvislost s novým s RVP ZV, které bude více environmentálně laděné, u kterého sleduji, co se děje a snažím se v tom mít přehled.“

Pozitivní přístup učitelek/učitelů. Ať už ve smyslu samovzdělávání u několika respondentů, kteří i když o zelené chemii před naším rozhovorem neslyšeli, tak si o ní něco před naším rozhovorem zjistili. Jako je tomu např. R2, když uvádí: „O zelené chemii jsem neslyšela, pouze když jste mě kontaktovala v rámci rozhovoru, tak jsem si našla článek o souvislosti s udržitelným rozvojem a s ochranou životního prostředí.“ obdobně R3: „No se zelenou chemií jsem se setkala tak, že jsem si ji vyhledala, když jste mě kontaktovala kvůli rozhovoru. V podstatě to odpovídalo tomu, co jsem přepokládala, že se dočtu.“

Nebo pouze pozitivním přístupem k zelené chemii samotné. Když R9 uvádí, že by do výuky samotné šly zařadit všechny principy zelené chemie: „ale zdá se mi, že teoreticky by se daly použít všechny. Jen se to musí umět vhodně podat a člověk o tom musí něco vědět. Ale zdá se mi, že by určité šly zařadit principy 1, 3, 5, 7, 9, 10 a 12.

Ale jak říkám, teoreticky by šlo všechno. Když by se to odborně uchopilo.“ či R2, který je identického názoru: „Protože když si člověk prostuduje všechno a nějak si to přelouská, tak si skoro myslím, že začlenit v určitých tématech půjde nějak všechno.“

Dále v rámci rozhovorů vyllynulo několik nápadů, jak by mohly být myšlenky zelené chemie předávány žákům.

R6 navrhuje komplexní úlohu, která by se mohla celá nést v zeleném duchu: „Třeba popsát nějakou průmyslovou výrobu s tím, co tam různě vzniká/nevzniká, k tomu přidat nějaké schéma a identifikovat body, místa, která by se dala zlepšit. To by mi přišlo fajn a zároveň by to mohlo být opravdu minimalistické. Nemuselo by jich být hodně, stačilo by jich jen pár pro lepší představu.“

Dále přichází návrh, jak konkrétně pracovat s jedním principem, a to s průběžnou analýzou, kdy R8 přichází s nápadem využití jednoho z populárních seriálů: „Možná by to šlo napasovat na to, když jsme se koukali na seriál Černobyl. Žáky to zaujalo hodně. Takže by si člověk našel nějaké chemické havárie a na nich odvyprávěl, co se dalo dělat jinak a proč. Prostě to dát na nějaké konkrétní příklady.“

R9 zase navrhuje cílit na emoce dětí pomocí vizualizačních médií: „*Klidně i nějaká videa, filmy, instruktážní videa. Nebo něco takového k tomu udělat, aby viděli tu přírodu a dopad látek na přírodu. Mířit na emoce, to pak pomáhá upevnit ten přístup.*“ Dále R9 navrhuje zařazení ekonomického aspektu, jako otec zelené chemie Anastas, v podobě: „*...čísels, nějakých grafů. Nebo jak se ta ekologická stopa převádí na peníze. Ekonomizace by tomu hrozně pomohla, aby byl vidět dlouhodobý horizont té ceny.*“ s ekonomizací přichází také R1, kdy uvádí: „*A protože ne všichni budou dělat chemii, tak hodně často mluvím i o té ekonomické výhodě. Spousta dětí chce být manažérem, ekonomem atd. Pořád mluvím o těch penězích. Co je lacinější, co je dražší. Často ta ekologická cesta je lacinější.*“

2.3.6.5 Shrnutí výsledků výzkumu

Na začátku výzkumu jsme si položili dvě výzkumné otázky, první z nich mapovala postoje, povědomí a zkušenosti učitelů o zelené chemii. Jak učitelky/učitelé vnímají zelenou/udržitelnou chemii a její možnost předávat ji bezprostředně žákům. A druhá výzkumná otázka si kladla za cíl zjistit jejich reálný výskyt. Jak učitelky/učitelé začleňují prvky zelené chemie/udržitelné chemie do své výuky.

I přestože se šest z devíti respondentů nesešlo s pojmem tzv. zelené chemie a osm respondentů z devíti uvedlo, že se nesečkali s tzv. dvanácti principy zelené chemie, vždy vyjma našich rozhovorů, tak z rozhovorů jednoznačně vyplývá, že učitelky a učitelé základních škol a nižších gymnázií povědomí o zelené/udržitelné chemii určitě mají. Dokáží si pod ní vybavit zelená témata a otázky, které budou řešit udržitelně trvalý rozvoj.

Respondenti se zamýšleli nad dvanácti principy zelené chemie, jejich myšlenkami a jak jsou aplikovatelné do výuky chemie na základních školách či nižších gymnáziích. Pokud porovnáme výsledky z grafu na obr. 1, které ukazují zastoupení zelených principů v jednotlivých učebnicích a graf na obr. 7 s principy, který reprezentuje ty, jenž jsou respondenty označovány jako do výuky nezařaditelné či těžce zařaditelné, můžeme si povšimnout, že se oba grafy shodují na 2. principu, *Atomová ekonomika* a 8. principu, *Zamezení derivatizace*, i když v opačném pořadí.

Pokud graf na obr. 1 s učebnicemi porovnáme s tím, který naopak poukazuje na principy, které byly respondenty označeny za zařaditelné do výuky chemie (graf na obr. 6), nalezneme shodu v 7. principu, *Využití obnovitelných zdrojů*, v 1. principu, *Zamezení vzniklého odpadu* a ve 12. principu, *Minimalizace vzniku nehody*. Větší neshodu nalézáme u 10. principu, *Snadná*

odbouratelnost, kdy respondenti uvádí jeho snadnou zařaditelnost do výuky chemie. Fakt si můžeme interpretovat pomocí grafu na obr. 1, ve kterém vidíme, že jeho zastoupení v učebnicích je taktéž minimální.

Respondenti ovšem vidí i nějaké limity v předávání prvků zelené chemie žákům základních škol/nížších gymnázií.

Nejčastěji udávaným důvodem, proč jednotlivé principy nebyly zařaditelné dle respondentů do výuky chemie na základních školách/nížších gymnázií, byla jejich limitující odbornost, ve smyslu nedostatečné znalosti/schopnosti žáků principu dostatečně porozumět.

Dalším brzdícím prvkem se ukázal být čas, respektive jeho nedostatek. Respondenti uváděli, že témata environmentálně laděná jsou v učebnicích/tematických plánech umístěována na jejich konci, kde se buď nestíhají s žáky probrat, nebo jsou v 9. ročníku utlačovány přijímacími zkouškami.

Dalším limitem vnímají někteří respondenti to, že by žáci mohli být přehlceni prvky udržitelnosti na každodenní bázi či v dlouhodobém měřítku, a její dopad by tak mohl být kontraproduktivním.

Jako další omezení respondenti uvádějí, že jim chybí výukové materiály, návody na laboratorní úlohy, teoretické úlohy pro žáky či materiály pro sebe samotné.

Mezi nejčastější témata, u kterých respondenti uvádějí, že jsou součástí jejich výuky chemie na základní škole/nížším gymnáziu patří bezpochyby téma obnovitelných/neobnovitelných zdrojů odpovídající 7. principu, myšlenky odrážející koncept odpadů promítnuté v 1. principu a prvky bezpečnosti práce jakožto součástí 12. principu.

Nalézáme tak shodu v reálné výuce zeleně zaměřených témat s dvanácti principy zelené chemie (graf na obr. 6), které sami respondenti uváděli, že jsou snadno zařaditelné. Vyjma 10. principu, *Snadné odbouratelnosti*. Opět si tento fakt můžeme vysvětlit pomocí grafu na obr. 1, ve kterém se objevuje výskyt principů v učebnicích, kde mu není věnováno tolik pozornosti, stejně jako ve výuce chemie.

Pokud srovnáme výsledky ještě s tabulkou č.1, jež popisuje zastoupení prvků zelené chemie v rámci RVP ZV, můžeme si opět všimnout shody mezi nejčastěji vyučovanými zelenými tématy našimi respondenty a prvky zelené chemie, které se objevují v RVP ZV (1. princip, *Zamezení vzniklého odpadu*, 7.princip, *Využití obnovitelných zdrojů* a 12.princip, *Minimalizace vzniku nehody*).

Výskyt zelených témat a myšlenek ve výuce chemie na základních školách a nižších gymnáziích dle odpovědí respondentů odpovídá výskytu zelených myšlenek v učebnicích chemie pro základní školy či odpovídajících nižších gymnáziích a zároveň i zastoupení nejčastějších zelených prvků v RVP ZV.

Závěr

Hlavním cílem této diplomové práce bylo zjistit, jaké mají učitelky/učitelé chemie základních škol či odpovídajících nižších gymnázií povědomí, zkušenosti o zelené chemii a jaké postoje vůči tomuto tématu zastávají.

Samotným rozhovorům předcházela teoretická část, která se zabývala charakteristikou zelené chemie, a především jejími dvanácti principy, které jsou pro ni charakteristické. Principy dále sloužily i jako srovnávací nástroj pro analýzu zelených prvků v RVP ZV, v učebnicích chemie pro ZŠ i samotných rozhovorů s respondenty.

Z analýzy aktuální verze RVP ZV je patrné, že pojem zelené chemie se nikde explicitně nevyskytuje. Myšlenky, které se zabývají udržitelností a ochranou životního prostředí na obecné úrovni, jsou ale promítnuté v klíčových kompetencích a v průřezových tématech, především v tématu *Environmentální výchova*. V očekávaných výstupech a doporučeném učivu v RVP ZV se nacházejí pojmy s environmentálním charakterem, které můžeme promítnout do 1. principu, *Zamezení vzniklého odpadu*, 3. principu, *Méně nebezpečné chemické procesy*, 7. principu, *Využití obnovitelných zdrojů* a 12. principu, *Minimalizace vzniku nehody*. Zbylé principy zelené chemie nejsou odraženy v aktuálním RVP ZV.

Analýza učebnic přinesla podobné výsledky. Pojem zelené chemie se ani v jedné z nich nevyskytuje. V učebnicích opět byly vyhledány pojmy/myšlenky zelené chemie, které byly promítnuty do jednotlivých dvanácti principů zelené chemie. Nejčastěji zastoupené prvky zelené chemie jsme, stejně jako u RVP ZV, našly promítnuté do 1. principu, *Zamezení vzniklého odpadu*, 3. principu, *Méně nebezpečné chemické procesy*, 7. principu, *Využití obnovitelných zdrojů* a 12. principu, *Minimalizace vzniku nehody*, který byly obsáhlé v každé z analyzovaných učebnic.

Podobně na tom byl princip č. 4 (*Navržení bezpečnějších chemikálií*) a princip č. 11 (*Průběžná analýza v boji proti znečištění*), jež se vyskytovaly v sedmi z osmi analyzovaných učebnic. Do žádné z analyzovaných učebnic však nebyl promítnut princip č. 8 (*Zamezení derivatizace*). Princip č. 2 (*Atomová ekonomika*) byl zastoupen pouze ve dvou z osmi analyzovaných učebnic. Množství jeho výskytu napříč učebnicemi bylo však minimální.

K získání dat, které nám měly umožnit lépe uchopit zelenou chemii z pohledů učitelek/učitelů chemie základních škol/nižších gymnázií, nám pomohlo devět polostrukturovaných rozhovorů, které byly následně podrobeny analýze pomocí metody zakotvené teorie s technikou otevřeného, axiálního a selektivního kódování. Výsledkem kódování byly čtyři

okruhy témat (*Zelená chemie služebním přírodou, Zelená chemie ve výuce chemie, Limity zelené chemie, Budoucnost pro zelenou chemii*), jenž byly vytvořeny na základě podrobných analýz jednotlivých rozhovorů a jejich porovnání. Na začátku výzkumu jsme si stanovili dvě hlavní výzkumné otázky. První zněla: „*Jak učitelky/učitelé vnímají zelenou/udržitelnou chemii a její možnost předávat ji bezprostředně žákům.*“ a druhá otázka: „*Jak učitelky/učitelé začleňují prvky zelené chemie/udržitelné chemie do své výuky.*“. Pro získání dat k formulování odpovědí na výzkumné otázky jsme opět využili 12 principů zelené chemie, které nám nejen pomohly zmapovat výskyt myšlenek zelené chemie v rámci skutečné výuky chemie na základních školách/nížších gymnáziích, ale umožnily nám dojít i k zjištění, které principy zelené chemie vnímají učitelé jako zařaditelné a které na druhou stranu jako nezařaditelné do své výuky chemie na základních školách/nížších gymnáziích.

Prvky zelené chemie, které se nejčastěji vyskytují v tématech ve výuce učitelek/učitelů chemie na základní škole/nížším gymnáziu, korespondují s těmi, které jsme našli nejčastěji zastoupené v učebnicích chemie (1. princip, *Zamezení vzniklého odpadu*, 7. princip, *Využití obnovitelných zdrojů a 12. princip, Minimalizace vzniku nehody*).

Z analýz vyplývají i nedostatky možné implementace zelené chemie do zamýšleného kurikula, respektive zařazování jejích prvků do výuky samotné. Největším limitem se zdá být přílišná náročnost některých principů zelené chemie, kde u některých byly asociovány spíše s průmyslovou chemií. Konkrétně u principu č. 2 (*Atomová ekonomika*) a druhého v pořadí, principu č. 8 (*Zamezení derivatizace*). Opět výsledky korespondují s principy, které nejsou zastoupeny napříč učebnicemi chemie pro základní školy/nížší gymnázia.

Další faktor, který nehraje ku prospěchu zeleně zaměřených témat ve výuce chemie, je ten fakt, že jsou environmentálně zaměřená témata zařazována až na konec školního roku a obvykle na ně ve výuce nezbyvá prostor.

Jedním z významných omezení se ukázala být absence výukových materiálů jak pro učitele, tak úloh pro žáky samotné, které by mohly být ve výuce využity.

V některých limitech však můžeme najít odrazový můstek pro lepší začlenění zelené chemie do výuky na základních školách/nížších gymnáziích do budoucna.

Jak zamezit tomu, že se k zeleným tématům učitelky/učitelé základních škol/nížších gymnáziích nedostanou během školního roku, vyplynulo už během rozhovorů od respondentů. Navrhují začleňovat zelené prvky či samotné principy zelené chemie do výuky průběžně. A také nevěnovat

se environmentálním tématům pouze v ucelených kapitolách, které jsou na ně přímo zaměřené, ale zařazovat zelené myšlenky jednotlivých principů postupně.

Pokud chceme zprostředkovávat myšlenky všech zelených principů, bude je potřeba (především principy respondenty označovány jako za těžce zařaditelné) žákům velice zjednodušit, přizpůsobit a vše vhodně didakticky transformovat.

Limit zelené chemie ve výuce chemie na základních školách/nížších gymnáziích, který spočívá v nedostatku zeleně zaměřených výukových materiálů, se jeví být vhodným námětem pro budoucí rozšíření tohoto tématu.

Seznam použitých informačních zdrojů

ACS, 2024. *ACS Green Chemistry Institute*. [online]. [cit. 2023-05-11]. Dostupné z: <https://www.acs.org/greenchemistry/about.html>

ANASTAS, Paul a Evan BEACH, 2007. *Green chemistry: The emergence of transformative framework*. Green Chemistry Letters and Reviews. 1(1), 9-24. ISSN: 1751-7192

ANASTAS, Paul a John WARNER, 1998. *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford: Oxford University Press, ISBN: 978-0-19-850698-0

ANASTAS, Paul a Tracy WILLIAMSON, 1996. *Green Chemistry: An Overview*. ACS Symposium Series. 626, 1-17. ISSN: 0097-6156

BENEŠ, Pavel, Václav PUMPR a Jiří BANÝR, 2011a. *Základy chemie 1 pro 2. stupeň základní školy, nižší ročníky víceletých gymnázií a střední školy*. Praha: Fortuna. ISBN: 978-80-7373-161-8

BENEŠ, Pavel, Václav PUMPR a Jiří BANÝR, 2011b. *Základy chemie 2 pro 2. stupeň základní školy, nižší ročníky víceletých gymnázií a střední školy*. Praha: Fortuna. ISBN: 978-80-7373-162-5

BROUGHTON Edward. 2005. *The Bhopal disaster and its aftermath: a review*. *Environmental Health*. [online]. [cit. 2024-04-22]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1142333/>

BRUNDTLAND, Gro, 1987. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common future*. [online]. [cit. 2024-01-17]. Dostupné z: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

BUDÍNKSA, Gabriela, Květoslava ŠTIKOVCOVÁ, Lucie JELÍNKOVÁ a Jana JANDOVÁ, 2019a. *Hravá chemie 8: Učebnice pro 8. ročník ZŠ a víceleté gymnázia. 1. vyd.* Praha: Taktik. ISBN: 978-80-87904-76-0

BUDÍNKSA, Gabriela, Květoslava ŠTIKOVCOVÁ, Lucie JELÍNKOVÁ a Jana JANDOVÁ, 2019b. *Hravá chemie 9: Učebnice pro 9. ročník ZŠ a víceleté gymnázia. 1. vyd.* Praha: Taktik. ISBN: 978-80-7563-209-8

CANN, Michael, 1999. *Bringing State-of-the-Art, Applied, Novel, Green Chemistry to the Classroom by Employing the Presidential Green Chemistry Challenge Awards.* Journal of Chemical Education. 76(12), 1639-1641. ISSN: 0021-9584.

CATHCART, Clive, 1990. *Green chemistry in the emerald isle.* Chemistry and industry. 5(21), 684–687. ISSN: 0009-3068

COLGLAZIER, William, 2015. *Sustainable development agenda: 2030.* Science. 349(6252), 1048-1050. ISSN: 0036-8075

DISCOVER, 2022. *Scientist You Should Know: Paul Anastas is the Father of Green Chemistry.* [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.discovermagazine.com/the-sciences/scientist-you-should-know-paul-anastas-is-the-father-of-green-chemistry>

DYLEVSKÝ, Ivan. 2005. *Barvy, barevné vnímání a koloroterapie.* České Budějovice. Kontakt. 7(1-2), 177-181. ISSN 1212-4117.

ECO 92, 1994. *United Nations Conference on Environment and Development.* [online]. [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>

ECOSYSTEM RESTORATION, 2021. *Preventing, halting and reversing loss of nature.* [online]. [cit. 2023-04-12]. Dostupné z: <https://www.decadeonrestoration.org/>

EPA, 1996. *Presidential Green Chemistry Challenge: 1996 Greener Reaction Conditions Award*. [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/greenchemistry/presidential-green-chemistry-challenge-1996-greener-reaction-conditions-award>

EPA, 1997. *Presidential Green Chemistry Challenge: 1997 Greener Synthetic Pathways Award*. [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/greenchemistry/presidential-green-chemistry-challenge-1997-greener-synthetic-pathways-award>

EPA, 1998. *Presidential Green Chemistry Challenge: 1998 Small Business Award*. [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/greenchemistry/presidential-green-chemistry-challenge-1998-small-business-award>

EPA, 1999. *Presidential Green Chemistry Challenge: 1999 Academic Award*. [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/greenchemistry/presidential-green-chemistry-challenge-1999-academic-award>

EPA, 2002. *Chemistry Designed for the Environment. Green Chemistry Program Fact Sheet*. [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://nepis.epa.gov/Exe/tiff2png.cgi/P1004H5E.PNG?-r+75+-g+7+D%3A%5CZYFILES%5CINDEX%20DATA%5C00THRU05%5CTIFF%5C00001355%5CP1004H5E.TIF>

EPA, 2002a. *Presidential Green Chemistry Challenge: 2002 Greener Synthetic Pathways Award*. [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/greenchemistry/presidential-green-chemistry-challenge-2002-greener-synthetic-pathways-award>

EPA, 2002b. *Presidential Green Chemistry Challenge: 2002 Greener Reaction Conditions Award*. [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/greenchemistry/presidential-green-chemistry-challenge-2002-greener-reaction-conditions-award>

EPA, 2003. *Presidential Green Chemistry Challenge: 2003 Greener Synthetic Pathways Award*. [online]. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/greenchemistry/presidential-green-chemistry-challenge-2003-greener-synthetic-pathways-award>

FARIAS, Luciana a Déborah FÁVARO, 2011. *Twenty years of green chemistry: Achievements and challenges*. Quimica Nova. 34(6), 1089-1093. ISSN: 0100-4042.

HÁK, Tomáš, Hana KOLÁŘOVÁ a Bedřich MOLDAN, 2002. *K udržitelnému rozvoji České republiky: vytváření podmínek. 1*. Praha: Centrum Univerzity Karlovy pro otázky životního prostředí. ISBN: 80-238-8378-x.

HENDL, Jan, 2012. *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace*. Praha: Portál. ISBN: 978-80-262-0219-6.

HENDL, Jan. *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Praha: Portál, 2005. ISBN 80-7367-040-2.

Hills, Carla, 2009, *MSU Chemists Create Renewable Resources Technology*. Engage. [online]. [cit. 2024-05-27]. Dostupné z: <https://engagedscholar.msu.edu/enewsletter/volume02/issue1/frost.aspx>

JORDAN Andrew a Nicholas Gathergood, 2013. *Designing Safer and Greener Antibiotics*. Antibiotics (Basel). 2(3). 419-438. [online]. [cit. 2024-03-03]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4790272/>

LUTTS, Ralph, 1985. *Chemical fallout: Rachel Carson's Silent Spring, radioactive fallout and the environmental movement*. Environmental Review. 9(3), 210-225. ISSN: 1181-8700

MACH, Josef, Irena PLUCKOVÁ a Jiří ŠIBOR, 2021. *Chemie 8: Úvod do obecné a anorganické chemie*. 7. vyd. Brno: Nová škola, s.r.o. ISBN 978-80-7600-230-2.

MIOVSKÝ, Michal, 2006. *Kvalitativní přístup a metody v psychologickém výzkumu*. Praha: Grada. ISBN: 978-80-247-1362-5

MŠMT, 2024. *Seznam učebnic a učebních textů se schvalovací doložkou pro základní vzdělání*. [online]. [cit. 2024-06-20]. Dostupné z: <https://msmt.gov.cz/file/62871/>

MŠMT ČR, 2023. *RVP ZV-Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. [cit. 2023-08-08]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-program-pro-zakladni-vzdelavani-rvp-zv/>

MŠMT, 2021. *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR*. [online]. [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/\\$FILE/OEOK_Narodni_adaptacni_strategie-aktualizace_20212610.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK_Narodni_adaptacni_strategie-aktualizace_20212610.pdf)

MŠMT, 2001. *Národní program rozvoje vzdělávání v České republice: Bílá kniha*. [online]. [cit. 2023-03-23]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/dokumenty/bila-kniha-narodni-program-rozvoje-vzdelavani-v-ceske-republice-formuje-vladni-strategii-v-oblasti-vzdelavani-strategie-odrazi-celospolecenske-zajmy-a-dava-konkretni-podnety-k-praci-skol>

MŠMT, 2007. *RVP G-Rámcový vzdělávací program pro gymnázia* [online]. [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/file/684/>

RVP ZV, 2024. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání-PRACOVNÍ VERZE* [online]. [cit. 2024-07-07]. Dostupné z: <https://revize.rvp.cz/files/2024-03-28-rvp-zv-textova-podoba-vczduvodneni.pdf>

NPI, 2024. *Z čeho revize vychází* [online]. [cit. 2024-07-07]. Dostupné z: <https://velke-revize-zv.rvp.cz/z-ceho-revize-vychazi>

OSN, 1972. *United Nations Conference on the Human Environment*. [online]. [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>

OSN, 2015. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. [online]. [cit. 2024-05-27]. Dostupné z: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>

PAGLIARO, Mario, Anne-Sylvie FABIANO-TIXIER and Rosaria CIRIMINNA, 2023. *Limonene as a natural product extraction solvent*. *Green chemistry*. 25, 6108-6119. ISSN: 1463-9270

POECHLAUER, Peter, Julie MANLEY, Rinus BROXTERMAN, Björn GREGERTSEN a Mats RIDEMARK, 2012. *Continuous processing in the manufacture of active pharmaceutical ingredients and finished dosage forms: An industry perspective*. *Organic Process Research and Development*. 16(10), 1586-1590. ISSN: 1083-6160.

RIO +20, 2012. *The future we want*. [online]. [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/733FutureWeWant.pdf>

RSC, 2021. *Green shoots: A sustainable chemistry curriculum for a sustainable planet*. [online]. [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.rsc.org/globalassets/22-new-perspectives/sustainability/sustainability-curriculum/green-shoots-a-sustainable-chemistry-curriculum-for-a-sustainable-planet.pdf>

SÁNCHEZ, Luis a Peter CROAL, 2012. *Environmental impact assessment, from Rio-92 to Rio+20 and beyond*. *Ambiente & Sociedade*. 15(3), 41-54. ISSN: 1414-753X

SEQUINEL, Maria a Carmen MATTANA, 2002. *Cúpula mundial sobre desenvolvimento sustentável-Joanesburgo: entre o sonho e o possível*. *Análise conjuntural*. 24, 12-15.

STRAUSS, Anselm, Juliet CORBINOVÁ, 1999. *Základy kvalitativního výzkumu: Postupy a techniky metody zakotvené teorie*. Brno: Albert. ISBN: 80-85834-60-X

STRONG, Maurice, 1991. *ECO '92: Critical challenges and global solutions*. *Journal of International Affairs*. 44(2), 287-300. ISSN: 0022-197X

ŠKODA, Jiří a Pavel DOULÍK, 2022a. *Chemie 8: hybridní učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus. ISBN: 978-80-7489-702-3

ŠKODA, Jiří a Pavel DOULÍK, 2022b. *Chemie 9: hybridní učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus. ISBN: 978-80-7489-802-0

ŠVAŘÍČEK, Roman, Klára ŠEĐOVÁ, Tomáš JANÍK, Ondřej KAŠČÁK, Marcela MIKOVÁ, Kateřina NEDBÁLKOVÁ, Petr NOVOTNÝ, Martin SEDLÁČEK a Jiří ZOUNEK, 2007. *Kvalitativní pedagogický výzkum*. Praha: Portál, ISBN: 978-80-7367-313-0

TOBISZEWSKI, Marek, Agata MECHLIŃSKA, Bogdan ZYGMUNT a Jacek NAMIEŚNIK. 2009. *Green analytical chemistry in sample preparation for determination of trace organic pollutants*. TrAC Trends in Analytical Chemistry. 28(8), 943-951. ISSN: 0165-9936.

WARNER, John, Amy CANNON a Kevin DYE, 2004, *Green chemistry. Environmental Impact Assessment Review*. 24(7), 775-799. ISSN: 0195-9255.

WOODHOUSE, Edward a Steve BREYMAN, 2005. *Green chemistry as social movement?* Science Technology and Human Values. 30(2), 199-222. ISSN: 0162-2439.

WORDITOUT, 2024. [online]. [cit. 2024-07-07]. Dostupné z: <https://worditout.com/word-cloud/create>

XAVIER, Luciana Yokoyama, Pedro Roberto JACOBI a Alexander TURRA, 2019. *Local Agenda 21: Planning for the future, changing today*. Environmental Science and Policy. 101, 7-15. ISSN: 1462-9011.

Seznam příloh

- Příloha č.1: Přepsaný rozhovor s respondentem č.1
- Příloha č.2: Přepsaný rozhovor s respondentem č.2
- Příloha č.3: Přepsaný rozhovor s respondentem č.3
- Příloha č.4: Přepsaný rozhovor s respondentem č.4
- Příloha č.5: Přepsaný rozhovor s respondentem č.5
- Příloha č.6: Přepsaný rozhovor s respondentem č.6
- Příloha č.7: Přepsaný rozhovor s respondentem č.7
- Příloha č.8: Přepsaný rozhovor s respondentem č.8
- Příloha č.9: Přepsaný rozhovor s respondentem č.9
- Příloha č.10: 12 principů zelené chemie pro respondenty

Seznam tabulek

Tabulka č.1: Zelená chemie v RVP ZV

Tabulka č.15: Zelená chemie v učebnici chemie pro 8. ročník od nakladatelství Nová škola (Mach, Plucková a kol., 2021a)

Tabulka č.16: Zelená chemie v učebnici chemie pro 9. ročník od nakladatelství Nová škola (Mach, Plucková a kol., 2021b)

Tabulka č.17: Zelená chemie v podkapitole Chemie a životní prostředí (Mach, Plucková a kol., 2021b).

Tabulka č.18: Zelená chemie v učebnici chemie pro 8. ročník od nakladatelství Fraus (Škoda, Doulík, 2022a).

Tabulka č.19: Zelená chemie v podkapitolách „Co po nás zůstane?“ a „Co všechno dýcháme, jíme a pijeme?“ (Škoda, Doulík, 2022a).

Tabulka č.20: Zelená chemie v učebnici chemie pro 9. ročník od nakladatelství Fraus (Škoda, Doulík, 2022b).

Tabulka č.21: Zelená chemie v učebnici chemie pro 8. ročník od nakladatelství Taktik (Budínská, Štikovcová a kol., 2019a).

Tabulka č.22: : Zelená chemie v učebnici chemie pro 9. ročník od nakladatelství Taktik (Budínská, Štikovcová a kol., 2019b).

Tabulka č.23: Zelená chemie v podkapitole „Chemie a ekologie“ (Budínská, Štikovcová a kol., 2019a).

Tabulka č.24: Zelená chemie v učebnici chemie pro 8. ročník od nakladatelství Fortuna (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011a)

Tabulka č.25: Zelená chemie v učebnici chemie pro 9. ročník od nakladatelství Fortuna (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011b)

Tabulka č.26: Zelená chemie v podkapitole „Neoddělitelné- životní prostředí a chemie" (Beneš, Pumpr, Banýr, 2011b)

Tabulka č.27: Výskyt dvanácti principů v rámci jednotlivých učebnic

Seznam obrázků

Obr. 1: Graf principů zelené chemie a učebnice chemie

Obr. 2: Graf respondentů a jimi využívané učebnice

Obr. 3: Graf respondentů a pojem zelená chemie

Obr. 4: Graf respondentů a 12 principů zelené chemie

Obr. 6: Graf respondentů a zařaditelné principy chemie do výuky

Obr. 8: Graf respondentů a nezařaditelné principy chemie do výuky

Tazatelka:

Než začneme se zelenou chemií samotnou, povězte mi o svém vzdělání, jak dlouho se věnujete učení a jaké předměty kromě chemie vyučujete.

Respondent č. 1:

Tak mé vzdělání je vysokoškolské, Přírodovědecká fakulta učitelství obor biologie a chemie. Následně jsem složila takzvaný malý doktorát na botanice. Dále jsem pokračovala v chemii svoji disertační prací. Kromě chemie vyučuji biologii/přírodopis, podle toho, jak škola potřebuje. Promovala jsem v roce 79, od té doby jsem ve školství minus 5 let strávených na mateřské.

Tazatelka:

Setkáváte se s chemií i někde jinde vyjma školního prostředí?

Respondent č. 1:

Dlouhé roky jsem spolupracovala s biologickou a chemickou Olympiádou včetně jejich úkolů. Vedla jsem kroužky ve stanici přírodovědců a jezdila jsem na odborná přírodovědná soustředění.

Tazatelka:

Děkuji. Byli některé z těchto aktivit nějakým způsobem environmentálně zaměřené?

Respondent č. 1:

Samozřejmě, environmentální zaměření nebo tyto obory nelze odtrhnout a odpojit ani od chemie, ani od biologie. Také jsem absolvovala dvouleté studium Environmentální výchovy, takže v rámci školy jsem zástupcem a poradcem v těchto otázkách. Studium zahrnovalo nejrůznější přednášky a především exkurze, kde jsem se v rámci nich dostala např. do různých elektráren, čističek odpadních vod a samozřejmě přírody.

Tazatelka:

Děkuji. Říkala jste, že ve škole také zastáváte funkci, která má na starosti environmentální otázky. Co to znamená? Mohla byste její význam trochu rozvést?

Respondent č. 1:

Jsem k dispozici všem učitelům i žákům, kdyby potřebovaly řešit některé otázky, které se týkají třeba globálních problémů. Samozřejmě také spolupracuji i s vedením školy v rámci třeba nákupu některých pomůcek od firem, které poskytují určité zboží, které je environmentálně citlivé nebo jak bych to řekla. Dále tvoříme různé nástěnky zabývající se danou problematikou, třídíme odpad, máme úsporné žárovky. Měli jsme na škole např. i konference, které se týkaly ochrany přírody v celosvětovém měřítku. Dále ochrana národních parků. Také naše školní výlety/exkurze jsou koncipovány tak, aby tam ten environmentální prvek byl začleněn.

Tazatelka:

Dobře, děkuji za upřesnění. Máte pocit, že to studenti využívají? Chodí za Vámi pro nějaké rady?

Respondent č. 1:

Že by přímo chodili, to asi nechodí. Ale v rámci výuky, když narazíme na tuto problematiku, tak zjišťuji, že v některých věcech či pojmech nemají studenti úplně jasno. Co se týká právě životního prostředí, velmi často si myslí, že životní prostředí je jenom sbírání odpadků prostě někde kolem domu nebo kolem školy. Některé starší názory na životní prostředí, na ovzduší, celou environmentální výchovu jsou mnohdy zastaralé. Vycházejí stále nové a nové výzkumy v odborných časopisech, které můžeme sledovat, a napravovat si tak staré mýty, mediální přehyby. Snažím se vést studenty k tomu, aby přemýšleli, a i v budoucnu si opravili i to, co dneska tady ve škole říkáme, protože ten výzkum není a nebude nikdy hotový.

Tazatelka:

Mohla byste uvést konkrétní příklad?

Respondent č. 1:

Například vymírání organismů. Velmi diskutovaná otázka je v současné době vymírání hmyzů, většinou jsme zaměřeni i proti tomu, jak se chová zemědělství samotné, co se týče pesticidů, herbicidů a tak dále. Získala jsem informace, které se týkají toho, že vlastně i v oblastech, které nejsou zasaženy takovou intenzivní zemědělskou činností, rapidně hmyz vymírá. Což tedy vede některé přírodovědce k obavám, protože i v minulosti, pokud se vyskytlo takové rapidní, úplně píkové vymírání některých organismů, přišly obrovské změny.

Tazatelka:

Děkuji za odpověď. Přesuneme se tedy k hlavnímu tématu rozhovoru, a to k zelené chemii. Co se Vám vybaví, když se řekne zelená barva. Zkusila byste ji charakterizovat třemi slovy?

Respondent č. 1:

Když se řekne zelená barva tak si představím klid a uklidnění, protože když se potřebuji uklidnit, tak si sednu někam pohodlně do nějakého křesílka a koukám do zeleně. Takže určitě klid. Dále protože jsem chemik/biolog, tak se mi vybaví fotosyntéza a okolní příroda, která je převážně zelená.

Tazatelka:

Setkala jste se někdy s pojmem tzv. zelené chemie? Jak byste ji vlastními slovy charakterizovala?

Respondent č. 1:

Se samotným spojením ne, ale představuji si, že se bude jednat o přátelskou chemii k životnímu prostředí, k přírodě celkově. Určitě by zde padly některá slova z té zelené barvy. Ráda informuji studenty třeba o chemických reakcích, které vyrobí, co zrovna potřebujeme a zároveň je výroba v podstatě bezodpadová. To znamená že i to, co je tzv. odpad při této reakci se dál využije, nezahodí, nevyhodí nikam na skládky v přírodě atd. V současné době se hodně mluví i tom, že i co se dříve vyhodilo, tak se dneska bude muset zpracovávat nejenom z toho důvodu, že nemáme jiné zdroje, ale prostě není možné se tady zahltit nějakými odpady. Vlastními slovy charakterizovat zelenou chemii je hrozně těžké, protože v podstatě tak jako tak, i kdybychom nemluvili o zelené chemii, tak všechno, co potřebujeme pro chemii, získáváme ze zdrojů, které jsou na naší planetě a vzhledem

k tomu, že nic nikam nezmizí, jedná se stále o určitý koloběh látek. Žákům se to snažím připodobnit například s přípravou jídla. Když nějaké rodině při přípravě oběda něco zbude, mohou z toho zase vyrobit něco dalšího např. k večeři či k snídani. Takže je zase takový koloběh látek, kde se využívají meziprodukty a odpady.

Tazatelka:

Děkuji. Slyšela jste někdy o tzv. 12 principech zelené chemie? Co si myslíte, že by do nich mohlo patřit?

Respondent č. 1:

Asi neslyšela. No, zase když učím chemii, není to jenom chemie o chemických rovnicích, ale patří tam taky finance, taky ekonomie. Já bych si představovala, že nespotřebujeme úplně všechno. Ze životního prostředí vyplývá jedno takové heslo, a to trvalé udržitelný rozvoj, aby i budoucí generace měli z čeho čerpat. Takže nespotřebovat všechno, vyrábět za rozumnou cenu, protože nemá význam využívat nějaký postup, který bude extrémně drahý.

Tazatelka:

Jakou vidíte souvislost mezi financemi a udržitelným rozvojem? Je zde nějaký můstek mezi nimi?

Respondent č. 1:

Jako speciálně v té chemii je x postupů možných, to znamená vybrat ten, kde ten zdroj například nebudu vyrábět kyslík rozkladem sloučenin, když ho můžu vzít z atmosféry nějakou destilací nebo něčím takovým. V tom spočívají ty finance, že prostě je to jednoduchý postup. Vyroším z jednoho něco druhého a ne, že tedy budu mít celý řetězec reakcí, kde budu vyrábět složité sloučeniny a z těch opět něco zpátky.

Tazatelka:

Jakou učebnici využíváte v hodinách chemie? Dokážete si vybavit, zda se v ní vyskytují prvky zelené/udržitelné chemie v jakékoli podobě?

Respondent č. 1:

Ve škole používáme učebnici od profesora Beneše *Základy chemie*, ve které jsou zmiňovaná paliva, mluví se tam o katalyzátorech, které umožňují některé reakce. Dále se zde hovoří o obnovitelných zdrojích, energetice. Pak tam jsou i nějaké reakce výrob, které využívají svých odpadů zase do dalších výrob. Myslím, že je tam toho hodně. Obrázky, které ukazují studentům, co se z čeho vyrábí, které předměty denního použití jsou z jakého materiálu, aby si to uvědomili. Dále tam jsou i kapitoly, jak chemie může ohrožovat naše zdraví nebo tedy životní prostředí. Takže já myslím, že tyto dvě učebnice tyto dva díly, jsou velmi pěkně sestavené, právě vzhledem k tomu udržitelnému životu, a k té zelené chemii. I přestože je tato učebnice starší než ty, které jsou teď nově vydávané.

Tazatelka:

Děkuji. Opět otázku zaměříme k 12. principům zelené chemie. Až si přečtete jednotlivé principy, zkusila byste mi prosím říct, které z těchto 12. principů vnímáte jako snadno zařaditelné do výuky chemie na nižším gymnáziu/základních školách?

Respondent č. 1:

No, tak já myslím, že co se týká dětí, tak bych řekla, že je hrozně důležitá recyklace. Například by využili nějaký obal k výrobě něčeho dalšího. Nebo kdyby si třeba nosili nějakou krabičku na jídlo a nepoužívali jenom sáčky, pytlíky atd. Takže tohle by bylo o těch odpadech a o té recyklovatelnosti. Dále si myslím, že je důležité upozornit na nebezpečné látky, aby se těm látkám žáci vyhýbali. Do toho by spadal i alkohol a různá ředidla jako je toluen a aceton. Hovoříme o nebezpečnosti chemikálií, také celkově o bezpečnosti práce.

Co se týká bezpečnosti, žáci v rámci praktik musejí mít bezpečnostní pomůcky, dodržovat mytí rukou po laborkách atd.

A protože ne všichni budou dělat chemii, tak hodně často mluvím i o té ekonomické výhodě. Spousta dětí chce být manažérem, ekonomem atd. Pořád mluvím o těch penězích. Co je lacinější, co je dražší. Často ta ekologická cesta je lacinější.

Také se snažíme, aby výrobky byly trvanlivé, abychom si nemuseli každou chvíli kupovat prostě nové a nové, a aby ten výrobek dlouho vydržel. Můžeme si vzpomenout na film *Pelíšky*, na ty lžičky, které byly špatně polymerované a degradovaly hrozně rychle. Teď je otázka, co je produkt,

co je degradant, a co je samodegradant. Co je lepší, jestli trvanlivý či rychle odbouratelný. Na druhou stranu víme, co jsou freony, a jak dlouho vydrží. Důležité je studenty učit pro a proti.

Tazatelka:

Děkuji. A které naopak z těchto 12 principů po přečtení, byste vnímala jako špatně zařaditelné do výuky chemie na základní škole. A z jakého důvodu případně.

Respondent č. 1:

Nevím, jak s tou katalýzou, sice hovoříme o katalyzátorech v rámci rychlosti chemických reakcí, ale ne v souvislosti se zelenou chemií.

Navržení bezpečnějších chemikálií. To taky studenty učím, že každá látka může být nebezpečná, záleží na koncentraci. Jenom si vzpomeňme na klasickou sůl kuchyňskou, kterou solíme, a kterou lžící kilo zdlábnout nemůžeme. Takže prostě co je škodlivější, co je méně škodlivé. Někdy mám, pocit že se víc bojím jedovaté rostliny než kyseliny sírové.

Dále ohledně využití obnovitelných zdrojů energie. Hodně se o tom mluví, ale praktická využitelnost, když prostě všichni víme, že třeba u nás v republice vítr pořádně nefouká a sluníčko v zimě nesvítí, a také nemáme moře, abychom měli přílivovou elektrárnu, že je to trošičku mimo. Myslím si, že je to těžko pochopitelné pro žáky, když ostatní možnosti jsou buď velmi drahé nebo ještě nejsou dotažené do dokonalosti.

Tazatelka:

Chtěla byste ještě něco zdůraznit co v rozhovoru nezaznělo? Nebo doplnit co vás ještě případně napadlo k zelené chemii?

Respondent č.1:

V každém případě bych dětem tuhle tu problematiku nenutila nějak násilně. Zmiňovala bych ji kdykoliv, ale zdá se mi poněkud třeba i kontraproduktivní, kdyby se zavedl např. předmět zelené chemie.

Mám pocit, že by žáci měli dojem přehlcenosti. Ale zase to strašně záleží na žácích.

Jeden žák vám řekne, že o tom neví nic a chtěl by se dovědět víc a druhý vám řekne, že dnes a denně to slyší z televize. Volila bych citlivý přístup v těchto otázkách, ale zároveň bych to do dětí tlačila už od školky, aby přemýšleli o těchto otázkách a tímto směrem.

Tazatelka:

Dobře, děkuji za odpověď. Ještě něco byste chtěla uvést k již zmiňovanému tématu?

Respondent č.1:

Určitě mě napadá ještě provázanost zelené chemie s ostatními předměty nejen přírodovědného charakteru jako je biologie, ale prakticky je to zařaditelné do jakéhokoliv předmětu. Když jsem kdysi dělala ta environmentální studia, abych se stala koordinátorem ve škole, tak jsem oslovovala i ostatní kolegy z jiných předmětů, zda by takováto témata nemohly zařadit do angličtiny, do zeměpisu atd. a docela dobře se dařilo.

Tazatelka:

Před samotným rozhovorem o zelené chemii, dovoluji mi se Vás zeptat na pár základních informací o Vašem vzdělání, o délce Vaší praxe a jaké předměty na své škole vyučujete.

Respondent č. 2:

Takže jaké bylo mé vzdělání? Vystudovala jsem Přírodovědeckou fakultu UK v Praze učitelský obor pro chemii a biologii. Učím od roku 79, z toho 4 roky přerušené mateřskou.

Tazatelka:

Setkáváte se s chemií i někde jinde mimo školní prostředí?

Respondent č. 2:

S chemií spíše ne. Žádné kroužky nebo něco takového. V rámci biologie jsem absolvovala několik zájezdů se vzdělávacím zaměřením.

Tazatelka:

Přejdeme tedy v rozhovoru k zelené chemii. Co si se Vám vybaví ve spojitosti se zelenou barvou? Mohla byste ji charakterizovat třemi slovy?

Respondent č. 2:

Pod zelenou barvou si představím les. Les a učebnici chemie pro kvartu, která má zelený obal. Dále ve mně vyvolává pocity uklidnění, pohody a naděje.

Tazatelka:

Děkuji za odpověď. Co si vybavíte pod spojením zelené chemie? Setkala jste se s ním někdy?

Respondent č. 2:

O zelené chemii jsem neslyšela, pouze když jste mě kontaktovala v rámci rozhovoru, tak jsem si našla článek o souvislosti s udržitelným rozvojem a s ochranou životního prostředí.

Tazatelka:

Jak byste vlastními slovy charakterizovala zelenou případně udržitelnou chemii?

Respondent č. 2:

No, co by mě napadlo? Méně znečištění? Také v souvislosti s nečištěním méně spotřebované energie.

Tazatelka:

Děkuji. Dočetla jste se v rámci článku i něco 12 principech zelené chemie?

Respondent č. 2:

Jojo, to jsem si načetla ještě k tomu článku. Vybavuji si něco o minimální spotřebě energie, o využití katalyzátorů v průběhu chemických reakcí. Dále aby vznikaly ty správné produkty, které chceme a ne tolik odpadu, aby se ho produkovalo málo, ideálně vůbec žádný odpad. Aby se nepoužívaly toxické látky. Přišlo mi, že se některé točí pořád dokola.

Tazatelka:

Přidala byste nějaký další princip? Nebo další myšlenku, která by odrážela zelenou chemii do již zmiňovaných principů?

Respondent č. 2:

Přišlo mi, že těchto 12 principů bohatě stačí. Klidně bychom některé z nich mohli sloučit.

Tazatelka:

Které z těchto principů vnímáte jako snadno zařaditelné do výuky chemie na nižším gymnáziu či základní škole?

Respondent č. 2:

Třetí princip, nebezpečné chemické procesy, jako když hovoříme o nebezpečných látkách, jak působí na člověka a na životní prostředí. Především proč je dobré je eliminovat. To myslím, že by

šlo. Dále využití obnovitelných surovin, to se také řeší v dalších předmětech jako je biologie či zeměpis. Analýza v boji proti znečištění, to si také myslím, že by šlo určitě zařadit.

No a tyhle tři body, které jsem zmiňovala, kdyby se žákům podávaly v různých kontextech, v modelu spirály, která se bude stále opakovat a zároveň navazovat, tak by se určitě daly zařadit. Také minimalizace vzniku nehody určitě, která zahrnuje bezpečnost práce, např. když děláme laborky, říkáme si o bezpečnostních pravidlech a zásadách, které je nutné dodržovat. A to nejen ve školním prostředí či v průmyslu, ale i v domácnosti, kde dochází k nejvíce takovýmto úrazům. Naposledy jsme řešili že nemají mít hydroxidy, čisticí prostředky v lahvích od minerálek, protože dochází ke snadné záměně.

Tazatelka:

Děkuji, zařazujete do své výuky ještě nějaký z principů, kromě minimalizace vzniku nehody skrze bezpečnost práce?

Respondent č. 2:

Bezpečnost práce určitě. Obnovitelné suroviny také, když se začíná organika, že jo, tak je tam ropa, u které se řeší co jsou obnovitelné a neobnovitelné zdroje.

Tazatelka:

Mohla byste se pokusit shrnout, jak se žáci tváří na témata, ve kterých se odrážejí principy zelené chemie? Mají o nich povědomí?

Respondent č. 2:

O zelené chemie jako takové ne, ale obecně o nějaké environmentální výchově a udržitelném rozvoji, to určitě mají. Určitě to nenazvou zelenou chemií, ale o takových principech, jak se chovat, co dělat, tak o tom povědomí určitě mají.

Tváří se docela dobře. Teda ono záleží na třídě, ale vcelku se tváří příznivě. Žáci často mají zkušenosti s odpadem a jeho tříděním.

Tazatelka:

Skvěle, děkuji. Jak Vy vnímáte téma zelené chemie?

Respondent č. 2:

Sama spíše vnímám tato témata jako připomínku, a ne jako hlavní téma chemie. Někde se to určitě hodí, tak se žáci musí upozornit, ale nevnímám je jako hlavní téma chemie.

Tazatelka:

Děkuji. Teď se podíváme na 12. Principů zelené chemie z jiného úhlu pohledu, a to tak, jaké z těchto principů Vám naopak nepříjdu zařaditelné nebo velice obtížně zařaditelné do výuky na nižších gymnáziu či základní škole?

Respondent č. 2:

Mám pocit, že atomovou ekonomiku bych asi těžce zařazovala do výuky. Bezpečnější rozpouštědla a činidla, o těch taky moc nevědí, že jo. Ale zase jsme řešili různé odlakovače, u kterých vědí, že už se dělají bez acetonu, to zase jo.

Takže asi jen tu atomovou ekonomiku si moc nedokážu představit. To je asi všechno. Protože když si člověk prostuduje všechno a nějak si to přelouská, tak si skoro myslím, že začlenit v určitých tématech půjde nějak všechno.

Nemyslím si, že by se principy daly učit jen tak, ale že by bylo lepší, kdyby byly zasazené v nějakém kontextu s chemií.

Tazatelka:

Děkuji. S jakou učebnicí na nižším gymnáziu s žáky pracujete? Dokážete si vybavit nějaké zmínky o zelené/udržitelné chemii, které by se v učebnici objevovaly?

Respondent č. 2:

S Hravou chemií. Řeší se zde obnovitelné a neobnovitelné zdroje. Odpadní voda související s odpady, skleníkové plyny. Také kyselá dešť atd.

Tazatelka:

Děkuji za odpověď. Je ještě něco, co Vás během rozhovoru napadlo k tématu zelené chemie, co tady ještě nezaznělo nebo něco, co byste chtěla doplnit?

Respondent č. 2:

Napadá mě, aby ty děti, nebyly přehlčené, že se jim neustále bude podávat něco s udržitelností, co se kde musí snížit, co se nesmí používat, jak nemůžeme vyčerpávat energii. Myslím, že pokud to budeme rvát úplně všude za každou cenu, mohlo by hrozit nebezpečí v podobě kontraproduktivity.

Tazatelka:

V čem si myslíte, že by to bylo kontraproduktivní?

Respondent č. 2:

Že budou naštvání, přehlčení, a z toho naštvání.

Tazatelka:

Dobře, děkuji Vám za odpovědi. Je ještě něco, co Vás napadlo v průběhu rozhovoru k zelené chemii a chtěla byste to zmínit?

Respondent č. 2:

No těch 12 principů je spíše pro průmysl, bude náročně vměstnat do výukového systému pro žáky, kterým je mezi 14-15 lety. Nějak jim to přiblížit.

Tazatelka:

Před samotným rozhovorem o zelené chemii bych se Vás ráda zeptala na několik otázek, které souvisí s Vaším vzděláním. Kde jste studovala, jaká dlouho jste učitelkou a v neposlední řadě, jaké předměty vyučujete.

Respondent č. 3:

No tak začneme od vzdělání. Já jsem studovala v Praze na Přírodovědecké fakultě učitelství v oboru chemie v kombinaci s fyzikou. A protože jsem to původně nechtěla učit, tak jsem taky vystudovala obecnou biologii. Takže učím chemii, fyziku a přírodopis. Jo a také nějaké pracovky jako příležitostný předmět.

Tazatelka:

Takže máte takový přírodovědný trojboj. Pracujete v rámci chemie s nějakou učebnicí?

Respondent č. 3:

S Novou školou.

Tazatelka:

Děkuji. Máte nějaké ještě mimo školní aktivity, které souvisí jakýmkoli způsobem s chemií? Nebo s environmentální tematikou?

Respondent č. 3:

No občas chodíme na nějaké školení. Také jsme stále součástí programu The Globe, který má environmentální charakter.

Tazatelka:

Dobře, děkuji. Přejdeme tedy k zelené chemii samotné. Začneme tím, co si představíte pod zelenou barvou. Jakými třemi slovy byste ji charakterizovala?

Respondent č. 3:

Tak louku, les, stromy.

Tazatelka:

Setkala jste se někdy spojem tzv. zelené chemie? V jakém kontextu?

Respondent č. 3:

No se zelenou chemií jsem se setkala tak, že jsem si vyhledala, když jste mě kontaktovala kvůli rozhovoru. V podstatě to odpovídalo tomu, co jsem předpokládala, že se dočtu.

Tazatelka:

Co si tedy pod zelenou chemií představíte? Jak byste ji popsala vlastními slovy?

Respondent č. 3:

Šetření surovinami, a hlavně omezení těch látek, které třeba nejsou odbouratelné. Které mají negativní vliv na životní prostředí a dají se nahradit. Ne vždycky to samozřejmě lze.

Také čistící technologie, omezení odpadu, a prostě brát víc v úvahu životní prostředí při celém procesu výroby. Více než se to ve většině případu děje.

Kdybych ji měla charakterizovat třemi slovy opět, tak by to byla udržitelnost, bezodpadový a recyklace.

Tazatelka:

Skvěle, děkuji. Setkala jste se možná tedy i s tzv. 12 principy zelené chemie v rámci zjišťování informací o zelené chemii?

Respondent č. 3:

Dostala jsem se k nim, ale určitě je neodříkám.

Tazatelka:

To vůbec není nutné. Vezmeme si je před sebe. Až si je přečtete, zkusila byste z nich vybrat ty, které Vám připadají jako snadno zařaditelné do výuky chemie na nižším gymnáziu či základní škole. Případně zda jsou některé, které sama do své výuky zařazujete?

Respondent č. 3:

Obnovitelné suroviny určitě. Tak zelenou chemii neučím vědomě, že jo, ale objevuje se. Bavíme se o odpadech, o obnovitelných zdrojích, také o katalyzátorech, snadné odbouratelnosti. Dále o energetické účinnosti.

Tazatelka:

Mohla byste rozvést to o těch katalyzátorech? Je tam nějaká návaznost se zelenou chemií? Nebo je klasicky zmiňujete v rámci učivu o rychlosti chemických reakcí.

Respondent č. 3:

S nimi se prvně setkáváme již když se vyrábí kyslík z peroxidu vodíku, ale to moc zelená chemie není. Ale když se učíme rovnice, tak hodně zdůrazňuji Haber-Boschovu syntézu a využití katalyzátorů tam a vlastně i skrze ni hovoříme o energetické účinnosti.

Tazatelka:

Dobře, děkuji. Které naopak z těchto 12. Principů zelené chemie Vám připadají jako těžce zařaditelné do výuky chemie na nižším gymnáziu? A z jakých důvodů?

Respondent č. 3:

Určitě atomová ekonomika, bezpečnější chemikálie, bezpečnější rozpouštědla a činidla. To už mi přijde moc. A ty deriváty, ty už mi vůbec nepřijdou zařaditelné. Přijde mi to složitější, než je běžná míra pochopení u žáků. A navíc, my se nedostaneme k tomu, že bychom brali s žáky přímo výrobu. Kdyby jo, bylo by to na místě, ale např. témata, která se zabývají, čím chemie slouží a ohrožuje, tak k těm se dostaneme až na konci devítky, a v podstatě jsme rádi, že jsme rádi, Výroby jako takový se neberou. Občas se pouze nějaká zmiňuje.

Tazatelka:

Skvěle, děkuji za odpověď. Říkala jste, že pracujete s učebnicí chemie Nová škola. Dokážete si vybavit, zda se v ní nacházejí nějaké zmínky o zelené či udržitelné chemii v jakékoli podobě?

Respondent č. 3:

Ano, určitě ano. Je tam projekt o vodě, který by s tím určitě korespondoval. Konzervace potravin. Hodně se řeší odpady a obnovitelnost. Ale speciální kapitola tomu věnována není. Nebo by se možná nabízel ten chemický průmysl.

Tazatelka:

Dobře, dekuji. Chtěla byste ještě něco zdůraznit, co v rozhovoru nezaznělo, co souvisí přímo či nepřímo se zelenou chemií?

Respondent č. 3:

Ty principy mi připadají vysloveně logické, ale zaměřila bych se spíše na ty základy chemie samotné. Žádná kapitola se zelené chemie úplně nevěnuje.

Tazatelka:

Myslíte si, že by bylo vhodné nějakou kapitolu zavést?

Respondent č. 3:

Já myslím, že by to tam mělo být, aby si žáci uvědomili i některé globální hlediska, které např. souvisí se třetím světem. My je občas zmiňujeme, kdy se tedy některé výroby přesouvají právě tam, protože my je tady nechceme.

Tazatelka:

Na začátek bych se Vás ráda zeptala na informace, které se týkají Vašeho vzdělání, délky Vaší praxe, jak dlouho se věnujete učení, a jaké předměty kromě chemie vyučujete.

Respondent č. 4:

No tak mám vystudovanou Přírodovědeckou fakultu v oboru učitelství chemie a učitelství fyziky na Matfyzu. Mé obory jsou tedy chemie a fyzika. Dostudoval jsem v roce 91 a od té doby jsem ve školství, takže celkem 33 let.

Tazatelka:

Jak již bylo řečeno, rozhovor se bude zabývat zelenou chemií, a proto začneme s barvou samotnou. Co si představíte pod zelenou barvou? Jaká tři charakteristická slova se Vám v souvislosti se zelenou barvou vybaví?

Respondent č. 4:

Představím si listí. Příjemná, nevtíravá, přirozená.

Tazatelka:

Děkuji. Setkal jste se už někdy s tzv. zelenou chemií? Co si pod ní představíte? Zkusil byste ji charakterizovat vlastními slovy?

Respondent č. 4:

Setkal jsem se s ní na internetu, úplně vzdáleně. Představím si něco jako ekologická chemie, lidská chemie. Nebo v zemědělství, kdy se uplatňují přirozené složky a omezují se např. nová průmyslová hnojiva či pesticidy.

V zásadě je to odvětví chemie jistě žádoucí, přirozené, ale zároveň limitující svou produkcí, konkrétně množstvím produkce. A neuživilo by to všechny.

Tazatelka:

Jak to myslíte s tou produkcí? Mohl byste to konkretizovat?

Respondent č. 4:

No nejsem biolog, ale když si vezmeme třeba dusík. Dávky dusíkatých hnojiv. Dusíku v půdě není dost a musí se tam dodávat. Pokud máme produkci zvířat, která souvisí s produkcí velké rostlinné masy, musí být podporovaná umělými hnojivy. Mám pocit, že přirozená hnojiva nejsou tak efektivní, protože nemůžou dosahovat takových výnosů jako hnojiva průmyslová.

Tazatelka:

Dobře, děkuji. Slyšel jste někdy o tzv. dvanácti principech zelené chemie? Které se snaží zelenou chemii charakterizovat a vyzdvihnout její hlavní myšlenky.

Respondent č. 4:

Neslyšel, neslyšel.

Tazatelka:

Co si myslíte, že do nich bude patřit? Co by mohlo být nedílnou součástí?

Respondent č. 4:

V podstatě by se využívaly všechny produkty té přirozené chemie. Docházelo by k obnově, látky by s vracely zpět do potravních řetězců.

Nebo něco takového. Omezení těch pesticidů, průmyslových hnojiv. Vlastně využití těch přírodních látek, ať už pro růst rostliny nebo její ochranu.

Tazatelka:

Dobře, děkuji. Ještě něco Vás napadá?

Respondent č. 4:

Něco jako trojpolní hospodářství.

Tazatelka:

Děkuji. Mohla bych Vás poprosit, abyste si přečetl jednotlivé principy a zároveň se zkusil zamyslet nad tím, které z nich by podle Vás byly snadno zařaditelné do výuky chemie na nižším gymnáziu/základní škole.

Respondent č. 4:

Možná snadná odbouratelnost, ta by možná šla. Dále možná zamezení vzniklého odpadu. Myslím, že tyhle by šly, protože kdyby byly ve výuce, tak by to nebyla žádná super těžká věda. Byly pro žáky srozumitelné, že by je mohli strávit.

Tazatelka:

Děkuji. Když jste si je teďka znova připomněl. Jsou některé, které ve své výuce chemie zařazujete?

Respondent č. 4:

Tak možná zánik odpadu, když se hovoří o odpadní vodě a recyklace.

Tazatelka:

Děkuji. Tak a teď z druhého hlediska. Které z těchto principů zelené chemie Vám nepříjdou zařaditelné nebo zcela obtížně zařaditelné do výuky chemie na nižším gymnáziu či základní škole? Mohl byste uvést z jakých důvodů?

Respondent č. 4:

Nevím, asi ta atomová ekonomika, když to čtu. Přijde mi úplně nepochopitelná. Když si o tom čtu, tak jo, ale nevím, jak by to děti uchopily. Také navržení bezpečnějších chemikálií, nevím, jak by to děti mohly zpracovat. To je pro dospělé.

Tazatelka:

Pro dospělé? Jak to myslíte?

Respondent č. 4:

Nemají na to dostatečné znalosti, To musejí navrhovat dospělí. Děti to pouze přijímají, a to spíše pasivně. Je to moc těžké.

Energetická účinnost, ta by ještě šla. Mohlo by to mít dobré využití u obnovitelných surovin. Takže naopak energetická účinnost a obnovitelné suroviny by mohly být dobré.

Tazatelka:

Děkuji. Využíváte ve výuce chemie nějakou učebnici? Všiml jste si nějakých částí, které odrážejí myšlenky zelené chemie?

Respondent č. 4:

Používáme Beneše. Tak určitě o té vodě. Jsou tam čističky vod, čistící procesy. Také odsiřování, když hovoříme o filtrech. Také tam jsou určitě kyselé deště. To je tak, co mě napadá.

Tazatelka:

Děkuji. Jak zájem vnímáte u žáků u témat, které souvisejí s zelenou/udržitelnou chemií?

Respondent č. 4:

No tak zájem kdyžtak velmi mírný. Třeba jim říkám, že v Krkonoších do 80 let nebyly hříby, a jak se odstranili ty kyselé deště, zamezila se průmyslová výroba, tak ty hříby tam zase jsou. To je docela zajímavá.

Tazatelka:

Děkuji. Je ještě něco, co Vás během rozhovoru napadlo k zelené chemii a chtěl byste to zmínit?

Respondent č. 4:

Ne, nenapadá.

Tazatelka:

Mohl byst mi říct, jaké je Vaše vzdělání. Jak dlouho se věnujete učení samotnému a jaký předmět vedle chemie vyučujete?

Respondent č. 5:

Vystudoval jsem magisterské studium na Pedagogické fakultě UK v oboru chemie a výchova ke zdraví. Učím asi šest let vedle chemie také matematiku a pracovní činnosti.

Tazatelka:

Děkuji. Zabýváte se nějakými mimoškolními aktivitami, které přímo či nepřímo souvisejí s chemií?

Respondent č. 5:

Mimo školu úplně ne, ale máme v rámci školy projektové dny, které jsou vždy zaměřeny na nějaká konkrétní environmentální témata.

Tazatelka:

Mohl byste jeden takový den trochu přiblížit?

Respondent č. 5:

Například tento rok si každý učitel vybíral vlastní náplň, já jsem se konkrétně zabýval vodou v okolní krajině. Což zahrnovalo nějakou udržitelnost, co se toku vody týče. Procházeli jsme se s žáky po okolních zdrojích vody, viděli jsme, jak jsou vystavěná koryta, potoky, prostě jak se s tou vodou dá vlastně nakládat.

Tazatelka:

Děkuji. Přejdeme tedy rovnou už k zelené chemii samotné. Charakteristická barva se objevuje už v samotném názvu. Co si představíte pod zelenou barvou? Jakými třemi slovy byste ji charakterizoval?

Respondent č. 5:

Cítím něco dobrého. Trošku jsem ovlivněn tím, že se bavíme o udržitelné chemii, takže něco udržitelného. Představím si pod tím recyklační symbol. Přírodu.

Tazatelka:

Skvěle, děkuju. Slyšel jste někdy tedy o tzv. zelené chemii? V jakém kontextu?

Respondent č. 5:

Zelená chemie jako taková, tak s tím dvouslovím jsem se nasetkal, ale setkal jsem se určitě s pojmem udržitelné chemie. Bylo to v rámci studia na Pedagogické fakultě UK.

Tazatelka:

Mohl byste uvést příklad Vašeho setkání s udržitelnou chemií?

Respondent č. 5:

Asi si vybavím pana profesora Beneše při laboratorních praktikách, tam se nám neustále snažil vštípit myšlenku neplýtvání, ať využíváme opravdu jen nutné množství látek, které je nutné k reakci.

Tazatelka:

Děkuji. Co si tedy Vy představíte pod zelenou chemií? Co se Vám ve spojitosti s ní evokuje?

Respondent č. 5:

Představím si pod ni chemii, překvapivě. Představím si pod tím třeba nějaké výrobní procesy, které jsou navrženy tak, aby vlastně do reakce vstupovalo minimum látek za maximálního využití, tak že nevznikají např. žádné vedlejší či odpadní produkty. Nebudou vznikat žádné nebezpečné látky a všechny vedlejší produkty, které případně vyjdou, budou využitelné v dalších procesech.

Tazatelka:

Děkuji. My teď přejdeme k tzv. dvanácti principům zelené chemie, které jsou pro zelenou chemii charakteristické. Vy jste v předešlé odpovědi hovořil už o některých jejich myšlenkách. Slyšel jste někdy o nich? Případně zkusil byste říct, co do nich patří?

Respondent č. 5:

O 12 ti principech asi ne, neslyšel. Ale za mě by tam určitě patřilo něco ve smyslu, že nebudou vznikat žádné odpadní látky, které nebudou nějak dál využitelný. Určitě tam bude kladen důraz na nějakou bezpečnost, co znamená, že budeme využívat takové látky, které nebudou škodit, nebudou škodit naší přírodě. To samé bude asi i souviset s tím, kde se látky vezmou, zda je vezmeme z nějakých jiných syntéz a podobně. Nějaké ty bezpečné chemikálie.

Co by tam mohlo být dál? Třeba využití obnovitelných zdrojů i ve smyslu, že budeme právě dál využívat vedlejší produkty.

Tazatelka:

Skvěle, děkuji. Mohl byste si prosím otevřít soubor s dvanácti principy zelené chemie, pročíst si je a zamyslet se nad tím, které z nich Vám přijdou realizovatelné na základní škole/nížším gymnáziu. Případně které již sám do své výuky chemie zařazujete?

Respondent č. 5:

Tak já si myslím, že bychom tam mohli určitě zařadit jedničku, zamezení vzniklého odpadu. Trojku bych zařadil, čtyřku bych zařadil. Pětku bych asi taky dokázal představit, práce s vodou. Šestka, sedmička je taky aplikovatelná. Desítka a dvanáctka také. Bezpečnost práce.

Tazatelka:

Děkuji. Zařazujete některé z nich do své výuky chemie?

Respondent č. 5:

V kontextu zelené chemie asi ne. Ale určitě se bavíme obnovitelných zdrojích, o bezpečnosti práce. Ještě se vrátím na začátek. K těm odpadům, bavíme se o odpadech jako takových, ne chemických. I ty méně nebezpečné chemické procesy, tam se třeba bavíme s žáky o těch nebezpečných látkách pro člověka a životní prostředí, třeba skrze ty symboly.

Tazatelka:

Dobře, děkuji. Teď se na ně podívejme opačně. Které z těchto dvanácti principů zelené chemie Vám přijdou naopak jako špatně zařaditelné do výuky chemie na základních školách či nižších gymnáziích. A z jakých důvodů?

Respondent č. 5:

Určitě ten devátý bod, ta katalýza, jako nějaká katalytická činidla a stechiometrická činidla. O katalyzátorech se bavíme, ale nikdy to není v tomto kontextu. Katalyzátor je pro nás něco, co reakci nakopne, a pak ji zase opustí, ale určitě ne v tomto smyslu.

Druhý bod. Já si asi dokáži představit, že by se o tom s žáky dalo bavit, ale nemyslím si, že to padne na úrodnou půdu. Myslím si, že děti na to nemají dostatečnou kapacitu. Těch hodin je málo, aby pro to byl prostor.

Tazatelka:

Děkuji. Pracujete ve své výuce, ať už při svých přípravách nebo ve třídě s žáky s nějakou učebnicí? Dokážete si vybavit nějakou přímou či nepřímou zmínku, návaznost na zelenou či udržitelnou chemii?

Respondent č. 5:

Využíváme učebnici od Frause s 3D modely, myslím, že rok vydání je 2015. V učebnici pro osmý ročník, kdy se s chemií začíná, tak tam se bavíme o výstražných symbolech, nebezpečných látkách. Dále se bavíme o těch katalyzátorech. A vlastně v deváté třídě je cela kapitola věnována plastům. V kapitole se řeší plasty jako takový, ale i jejich

ekologické riziko. Dále se zde bavíme o hasicích přístrojích v rámci bezpečnosti. Dále obnovitelné a neobnovitelné zdroje. Možná je jim věnovaná i samostatná kapitola.

Tazatelka:

Dobře, děkuji. Dokázal byste zhodnotit, jak environmentální témata působí na žáky jako takové? Nebo na udržitelnost?

Respondent č. 5:

Myslím si, že žáci na tyto témata reagují velmi dobře. Mají o tom povědomí a jsou tedy schopné přinést něco k tématu. Myslím si, že na to dokáží reagovat, protože je to téma vcelku obklopuje. Není to jen pro dospělé, ale i pro ty děti, Vlastně je to něco u hmatatelného, protože třídí odpad, ve škole je všude upozorňují recyklační koše. Takže my, když se začínáme bavit o nějaké té udržitelnosti, nějakých obnovitelných, neobnovitelných zdrojích, tak jim to je blízké a dokáží mluvit z vlastní zkušenosti. A je vidět, že je to i baví, protože o tom něco vědí.

Tazatelka:

Dobrá tedy, děkuji. Jsou součástí Vaší výuky laboratorní práce? Pokud ano, vybavujete si nějaké prvky zelené chemie, které se ve výuce v laboratořích projeví?

Respondent č. 5:

Laboratorní práce u nás probíhají v klasické třídě, proto musíme dvakrát tolik dbát na bezpečnost. Kdyby žáci byli v klasické laboratoři, myslím si, že by prostředí sehrálo velkou roli a žáci by k samotné práci sami přistupovali daleko více zodpovědněji.

Primárně samozřejmě využíváme látky, které nejsou nebezpečné.

Udržitelnou chemii nevyučujeme doslovně, ale principy využíváme např. stylem, že šetříme materiálním vybavením.

Tazatelka:

Děkuji za odpovědi. Je ještě něco, co Vás k tomuto tématu napadlo v rámci našeho rozhovoru a chtěl byste to doplnit?

Respondent č. 5:

Já si myslím, že je to velmi hezké téma, které by mohlo být více zařazované.

Tazatelka:

Máte nějaký konkrétní nápad? Myslíte tím např. nějakou ucelenou kapitolu? Nebo metodiku? Nebo naopak zařadit myšlenky udržitelnosti, tam kde to půjde.

Respondent č. 5:

Myslím si, že by ti mělo zaznívat v průběhu celých dvou let. Nemyslím si, že by to měla být izolovaná kapitola, ale žáci by se tím měli seznamovat postupně. Neměl by na to být kladen nějaký extra velký důraz, ale prostě to brát jako samozřejmost. Něco, o čem se nediskutuje.

Tazatelka:

Začneme základními informacemi týkající se Vašeho vzdělání. Jakou školu jste vystudoval. Jak dlouho se věnujete učení samotnému a jaký je Váš druhý předmět, který společně s chemií na základní škole vyučujete.

Respondent č. 6:

Co se týká mojí praxe, tak teď učím šestým rokem. Mám magisterské vzdělání z oboru biologie chemie na Pedagogické fakultě UK. Učím tedy chemii, biologii a informatiku.

Tazatelka:

Dobře, děkuji. Máte nějaké mimoškolní aktivity, které se dotýkají chemie či přírodních věd?

Respondent č. 6:

Občas spolupracuji na nějakých projektech, které se týkají zejména botaniky. Například zpracovávám weby nebo vytvářím obsah pro některé vzdělávací portály, kde zejména tvořím ty své předměty, to znamená biologii a chemii.

Tazatelka:

Děkuji za informace. Teď už se přesuneme k zelené chemii jako takové. Pokusil byste se říct, co vybavíte pod zelenou barvou? Co si pod ní představíte? Mohl byste ji charakterizovat třemi slovy?

Respondent č. 6:

Co se týče zelené, tak si představím chlorofyl, listy a nějakou spojitost se životním prostředím, protože ta barva často reprezentuje nějaká environmentální témata.

Tazatelka:

Děkuji. Setkal jste se už se spojením tzv. zelené chemie? Vyjma našeho rozhovoru? Pokud ano, tak v jaké souvislosti?

Respondent č. 6:

Co se týče toho pojmu, tak jsem zaznamenal, že se nějakým způsobem řeší na katedře chemie. Na Facebooku byl nějaký příspěvek o tom, že se katedra zapojuje do projektu, který se té zelené chemie týká. Ale tímto asi tak končí.

Tazatelka:

Děkuju. Co si tedy představujete pod pojmem zelené chemie. Jak byste ji charakterizoval vlastními slovy.

Respondent č. 6:

Této otázky jsem se velmi obával, respektive jsem jí tak nějak očekával. Představuju si, že ten pojem skrývá nějaký přístup, který vede k tomu, že to co děláme v chemii, nebude ohrožovat životní prostředí.

Neboli třeba při plánování nějakých žákovských aktivit, pokusů. Nebo potom v rámci nějakého většího měřítka. Třeba v průmyslu. Plánujeme chemické reakce tak, aby tam vznikalo co nejméně odpadu, případně aby vedlejší produkty, které vznikají byly využity třeba zase pro jiné reakce. A pak bych předpokládal, že to jistě může zasahovat i do chemie životního prostředí neboli jaký vliv mají látky na životní prostředí.

Tazatelka:

Skvěle, děkuju. Slyšel jste někdy o tzv. dvanácti principech zelené chemie?

Respondent č. 6:

Tak to je pro mě naprosto neznámý pojem.

Tazatelka:

Dobře. Děkuji. Těch 12 principů se snaží popsat zásady a myšlenky zelené chemie. Za chvíli je Vám dám k dispozici, ale zkusil byste předtím říct, co si myslíte, že do nich bude patřit?

Respondent č. 6:

Tak, zkusím to. Určitě přemýšlet o tom, jak nějaké látky působí na životní prostředí. Nebo třeba hledání nějakých méně škodlivých alternativ látek, které se v současnosti používají. Pak také opětovné používání chemických látek. Dále uvažování o vlivu těch chemických látek na zdraví člověka.

Samozřejmě také vliv těch látek na životní prostředí, aby ho neohrožovaly. Aby se do životního prostředí nedostávaly látky, které mu vyloženě škodí, to znamená nějaké jedovaté, nebezpečné pro životní prostředí atd. Nejspíš tam bude typické propojení se společností, ve smyslu zavedeme zelenou chemii, zlepšíme tím celou společnost. Teď jsem si prolétl ty principy a už vidím, že jsem zapomněl na energetickou účinnost. Zefektivnění těch procesů z hlediska energetiky. Taky jsem zapomněl na obnovitelné suroviny, neboli snažit se vyhnout tomu, že budeme chemii zakládat na fosilních palivech. Dále jsem zapomněl na katalýzu a minimalizaci vzniku nehody, či jinou bezpečnost práce.

Tazatelka:

Děkuji. Které z těchto principů si myslíte, že jsou snadno realizovatelné ve výuce chemie na základní škole případně nižším gymnáziu?

Respondent č. 6:

Tady jaksi vyplívají dvě stránky věci. Jedna stránka věci je používání těch principů ze strany učitele, to znamená při plánování těch aktivit, pokusů a podobně. A druhá záležitost nastává ze strany žáků, to znamená, jakým způsobem by o tom měli uvažovat žáci a nějaké případně sami aplikovat.

Co se týče těch žáků, tak tam si nedokážu úplně představit, že by si rozmysleli, jak třeba provést nějaký pokus zeleně a na základě toho plánovali chemikálie, protože to už by potom zasahovalo do nějakých bezpečnostních rizik. Je to příliš komplexní, podle mě, na základní školu. Nicméně nějaké povědomí by tam být mohlo.

Určitě o používání některých nebezpečných látek a jejich bezpečná likvidace. Dále minimalizace vzniku nehody. Zároveň bychom mohli zmínit i plánování těch aktivit. Zkrátka tak, aby tam nebyly nebezpečné chyby, které ohrožující životní prostředí.

Tazatelka:

Dobře, děkuji. Jak si myslíte, že by bylo vhodné tyto myšlenky předat žákům? Měli bychom je žákům rovnou představit? Mluvit o nich ve smyslu: hele, dneska zkusíme tohle udělat trošku jinak, než je zvykem, protože je to šetrnější k přírodě? Nebo nezmiňovat onu vazbu a rovnou např. chemikálie, postup upravit?

Respondent č. 6:

Vazba by se zařadit někde určitě dala. Ve stylu, ne že bych to teďka prakticky dělal, ale někdy je návaznost očividná. Když krystalizujeme např. modrou skalici, tak hovořit s žáky, proč jsem to potom nevyvedl do odpadu. Co by to mohlo způsobit? Proč to raději využiju znovu.

Tazatelka:

Děkuji za odpověď. Ještě některý z těchto bodů vám přijde zařaditelný do výuky na základní škole/nížším gymnáziu? Nebo zda sám už nějaký bod zařazujete.

Respondent č. 6:

Určitě téma katalyzátorů a enzymů, takže katalýzu určitě ano, obnovitelné suroviny. Asi taky, ale hodně se to prolíná s přírodopisem. Když učím katalyzátory nebo enzymy, tak tam je návaznost na to, že to třeba bude vést k tomu, že nebudeme mít tolik vedlejších produktů, že se reakce urychlí, a že nebudou vznikat odpadní látky, třeba díky tomu, že reakce půjde jiným směrem. Nebo když tam využijou enzymy, tak to bude právě hodně specifické a zase už tam nebude potřeba vedlejších reakcí.

Tazatelka:

Děkuji. Je tam opravdu nějaká návaznost na to, že je dobré využívat katalyzátory z důvodů, které jste zmiňoval? Nebo se s učivem setkáváte klasicky v rámci kinetiky.

Respondent č. 6:

Určitě tam je souvislost se spalovacími motory a určitě potom směrem do biochemie v souvislosti se specifitou enzymu, možná je to teď více směřované k živým organismům, kde ty reakce musí probíhat zcela přesně, ale asi ne až tak ve smyslu té zelené chemie.

Tazatelka:

Děkuji. Teďka z jiného úhlu pohledu. Jsou zde nějaké principy, které Vám z jakýchkoliv důvodů přijdou nezařaditelné do výuky na základní škole/nížším gymnáziu?

Respondent č. 6:

Asi tady, ta dvojka. Přijde mi obtížná. Jak průmyslově vyrobit nějakou látku, to je asi nad rámec základní školy. Ta analýza mi taky možná přijde trochu složitější.

Samozřejmě, že by to šlo udělat nějakou formu, třeba práce s nějakým výchozím textem nebo s nějakými daty, pokud by to bylo dostatečně zjednodušené. Tak jestli na nějaké teoretické úrovni. Spíš takhle.

Ale jinak by to asi šlo celkem. Tyhle ty dvě mi připadají složité a nad rámec.

Tazatelka:

Využíváte ve výuce chemie nějakou učebnici? Dokážete si vybavit, zda je zde nějaká návaznost na zelenou/udržitelnou chemii?

Respondent č. 6:

Používáme učebnici od Frause. Ale nevyužívám ji tak intenzivně jako např. v biologii.

Je tam kapitola věnovaná energetice. Kde je nějaký výhled do budoucnosti. Nebo leccos tam směřuje k nějakým obnovitelným zdrojům, ale ne až tak z chemického hlediska. Spíše je to směřováno do fyziky a energetiky. Není to tam úplně vypíchnuté.

Je tam určitě příležitost. Začleňovat si to do nějakých budoucích výukových materiálů a udělat nějaké vzorové lekce, které by zároveň pasovaly na nové RVP.

Tazatelka:

Co byste volil? Aby byla nějaká ucelená kapitola do budoucna, nebo začleňovat myšlenky zelené chemie do všech kapitol průběžně?

Respondent č. 6:

Domnívám se, že by to sneslo začlenit průběžně. Protože je to komplexní téma, ke kterému se asi vyplatí vracet.

Když se dá jednotlivá zmínka vždycky k nějakému tématu s nějakým informačním základem nebo s nějakým základem, že žáci něco dělali, z něčím pracovali, tak to podle mě bude stravitelnější, tematičtější.

Třeba dám konkrétní příklad z přírodopisu. Podle současných osnov se ekologie a případně ochrana životního prostředí učí někdy na konci 9. třídy, což často ústí v to, že učitelé se dlouho věnují geologie, a potom na tu ochranu životního prostředí nezbude žádný čas. Podobně by to mohlo být u té chemie, že by to byla třeba nějaká kapitola, kterou hodíme někam na závěr a pak na něj vlastně vůbec nedojde. Proto je ta průběžnost a nějaké spirálovité v pořádání těch témat žádoucí.

Tazatelka:

Děkuji. Je ještě něco, co byste chtěl k tématu zelené chemie/udržitelosti dodat? Něco, co Vás napadlo v průběhu rozhovoru, ale nebyla k tomu třeba příležitost?

Respondent č. 6:

Možná souvislost s novým s RVP, které bude více environmentálně laděné, u kterého sleduji, co se děje a snažím se v tom mít přehled.

Momentální kámen úrazu je nepřilíš dobrý výhled na nějaké modelové úlohy, které by se daly zařazovat. Takže by bylo fajn, vymyslet třeba nevím, dvě žákovské aktivity na téma zelená chemie, nebo jak nějaké téma obohatit o tu zelenou chemii. Zkrátka lidé si myslí, že všechno najdeme na internetu. Nicméně mi přijde nedostatek třeba nějakých výukových textů, které by byly na vhodné úrovni pro ty žáky. A tím pádem pro ně byly stravitelné, internet je prostě změt' náhodných věcí a ti žáci tam těžko hledají souvislosti.

Třeba popsat nějakou průmyslovou výrobu s tím, co tam různě vzniká/nevzniká, k tomu přidat nějaké schéma a identifikovat body, místa, která by se dala zlepšit. To by mi přišlo fajn a zároveň by to mohlo být opravdu minimalistické. Nemuselo by jich být hodně, stačilo by jich jen pár pro lepší představu.

Tazatelka:

Jak žáci vnímají dle Vás téma udržitelnosti? Pokusil byste se to shrnout?

Respondent č. 6:

Pro ně, domnívám se, že to téma to pro ně spíš je, a když se hovoří o environmentálních tématech nebo když k nějakému tématu přidám tu stránku o návaznosti na životní prostředí, tak je to obvykle část, která žákům přijde zajímavá.

A kde si asi sami většinou uvědomují, že je to něco, co má cenu řešit, a co má potom nějaký reálný dopad.

Tazatelka:

Než se vrhneme na zelenou chemii, povězte mi, jaké je Vaše vzdělání, jaká dlouho se věnujete učení, a jaký předmět vedle chemie vyučujete?

Respondent č. 7:

Mám vystudovanou Přírodovědeckou fakultu UK učitelství biologii, chemie. Učím 18 let. Naše škola má třídy, které mají rozšířenou výuku přírodních věd a matematiky, takže máme chemii už od šesté třídy.

Tazatelka:

Děkuji. Jsou nějaké aktivity, kterým se věnujete mimo školu a dotýkají se chemie nebo nějakých přírodovědných témat?

Respondent č. 7:

Na ty už mi nezbývá čas teda. Takhle jenom třeba příprava dětí na biologickou olympiádu, nebo na mladého chemika, na chemickou olympiádu, ale nějaký kroužek, nebo něco podobného, tak to ne. Dříve jsem přírodovědné kroužky vedla.

Tazatelka:

Pracujete ve výuce s nějakou učebnicí?

Respondent č. 7:

Dříve jsem dlouhou dobu pracovala s tou, co má na obalu sopku, ale nevyhovovala mi, tak jsme přešli na Novou školu a ta se mi hrozně líbí.

Tazatelka:

Děkuji, my se k ní v průběhu rozhovoru ještě vrátíme. Rovnou přejdeme k zelené chemii. Co se Vám vybaví, co si představíte pod zelenou barvou.

Respondent č. 7:

Tráva, příroda kolem mě, čistá příroda. Moje babička také říkala, že je zdravá na oči, že se mám koukat do zeleně.

Tazatelka:

Děkuji. Setkala jste se někdy s pojmem tzv. zelené chemie? Vyjma našeho rozhovoru?

Respondent č. 7:

Tak nějak jsem na to narazila. Už si nepamatuji přesně kdy, ale v rámci environmentální výchovy. Ve smyslu, že zelená chemie je chemií preventivní. Aby nevznikaly nějaké škodlivé látky, u kterých se opět řeší, jak s těmi odpady nakládat, jak je zpracovávat, aby se neničilo životní prostředí.

Tazatelka:

Co si ještě představíte Vy pod tímto pojmem?

Respondent č. 7:

Ještě i spolupráci s biologii. Ve smyslu ochrany životního prostředí, ale ne, jako třeba když už je to špatně. Jako příklad s Bečvou, ale spíš jak postupovat, aby vůbec k těmto problémům nedocházelo.

A v té chemii třeba s malýma dětma pracovat s něčím, co vůbec není jedovatý nebo jako, že oni se představují pod tou chemií takové ty silné hydroxidy, výbuchy.

Tazatelka:

Děkuju, děkuju. Slyšela jste někdy o takzvaných 12. principech zelené chemie? Co si myslíte, že by do nich mohlo patřit?

Respondent č. 7:

Že jich je dvanáct jsem nezaregistrovala, ale o principech jsem slyšela. Co by tam mohlo patřit. Asi nějaké metody v chemii, který by se právě vyvarovávaly využívat látky škodlivé. Vymýšlet nějaké takovéhle pracovní postupy. I třeba to analyzovat zpětně.

Tazatelka:

Děkuji. Teď si prosím otevřete před sebe soubor s dvanácti principy zelené chemie a přečtěte si je. Které z nich si myslíte, že jsou snadno zařaditelné do výuky chemie na základní škole? Zařazujete sama myšlenky některých z nich do své výuky chemie?

Respondent č. 7:

Určitě ta jednička. To si myslím, že určitě jde zařadit, zmínit. Dále si myslím, že trojka určitě, bezpečnější chemikálie. O tom to si myslím, že tam také nějakým způsobem lze zařadit. My už na té základce nesmíme pracovat s něčím, kromě pečícího prášku a octa, když to tak řeknu. Takže často drtíme hlemýždí ulity, když vyrábíme oxid uhličitý. Také je to hezké propojení s přírodopisem.

Čtyřka určitě. Bezpečnější rozpouštědla a činidla. To určitě jde zařadit taky. Často pracujeme s vodou. Pětka také.

Obnovitelné zdroje také, bezuhlíkatá stopa, takže to rozhodně zařazujeme.

Deriváty ne. To si myslím, že je pro ně obtížně. Ale nejhůře na tom bude asi ta katalýza. Katalyzátory znají, ale nějak to propojit s tím principem přes katalytická a stechiometrická činidla. Možná když hovoříme o katalyzátorech v autech, které jsou zmiňované v učebnici. Myslím, že je to toho důvodu, že nemají ještě dostatečné znalosti. Takže asi to je v opravdu ta odbornost, co to limituje.

Dále ta odbouratelnost, ta je moc pěkná. Řešíme, co a jak dlouho se rozkládá v přírodě, když hovoříme o plastech. Také jak je třídít, co z nich může být.

Taky třeba děláme se šestáky, kde bereme kapitoly s látkami, které se se nacházejí okolo nás. Kde se řeší rostliny, barviva a vitaminy. S tím si hrajeme na dvouhodinových.

Analýza v boji proti znečištění. To si myslím, že třeba lze zapojit nějak aktuálně, když k těm ekologickým katastrofám dochází v menším nebo ve větším měřítku. Například na to poukázat, jako s Bečvou.

A minimalizace vzniku nehody, to si myslím, že už je učíme vlastně dodržovat v rámci pravidel laboratorního řádu.

Tazatelka:

Dobře děkuji, téměř všechny body jste zařadila do využitelných na základních školách. Je tam tedy něco, co si představit nedokážete?

Respondent č. 7:

Skoro asi jo, on jim to samozřejmě člověk musí přetransformovat do nějaké srozumitelné formy, ale asi jo. Ale ta atomová ekonomika, tu si představit nedokáží. Taky to zamezení derivatizace. Myslím si, že by to ze třídy zvládlo málo žáků.

Tazatelka:

Děkuji. Říkala jste, že pracujete ve výuce s učebnicí chemie od Nové školy. Dokázala byste si vybavit nějaké zmínky, které přímo či nepřímo souvisí se zelenou chemií či udržitelnou? Hovořila jste o katalyzátorech, ještě něco, co by mohlo souviset tam je?

Respondent č. 7:

No, určitě, myslím, že potom třeba na konci druhého dílu. Tam jsou vlastně kapitoly, co se toho dotýkají. Někaké návykové látky, detergenty. Pohonné hmoty. Takhle konkrétně si to bohužel nevybavím.

Tazatelka:

Dobře, děkuji. Promítají se nějaké zelené chemické myšlenky do Vašich laboratorních prací?

Respondent č. 7:

Pracujeme s bezpečnými chemikáliemi. Např. děláme lávovou lampu z vody, oleje, a šumivé tablety. V rámci přírodopisu vyrábíme oxid uhličitý z kvasinek/droždí. Dále chromatografii z lentilek, přírodní indikátory, antokyany v rámci pH, kde zkoumáme třeba kyselost nápojů. Využíváme i sensory na pH zkoumání pH půdy.

Dále pracujeme s nejrůznějšími potravinami. Děláme důkaz bílkovin, škrobu. Hodně to propojujeme s přírodopisem, kdy žáci ještě zrna např. zmikroskopují. Izolujeme tuky ze semen, zkoumáme, kolik vody obsahují různé listy rostlin.

Také by se dalo zmínit práce s plasty, kdy jsme určovaly jejich hustotu ve vodě.
Dále když děláme měkkou/tvrdou vodu, co se kde a jak sráží.

Tazatelka:

Dobře děkuji. Jak žáci vnímají udržitelnost, enviromentální témata když se k nim dostanete?

Respondent č. 7:

Myslím, že to vnímají pozitivně. Často jim uvádím příklady, třeba když jsme byli u těch katalyzátorů, u těch aut, že byl benzín speciál, který byl plný olova a proč se nesměli sbírat jablka u silnice. Nebo když hovoříme o skleníkovém efektu a o ozonových dírách. Myslím si, že tyhle věci rádi poslouchaj. Samozřejmě někdo I tak otravuje. Ale celkově, že to vnímají.

Tazatelka:

Děkuji. Řekla byste, že žáci mají povědomí o tématech, které souvisejí s environmentální tematikou?

Respondent č. 7:

O některých tématech určitě. Ale spíše povrchově, jako když se jich zeptám, co je to uhlíková stopa/bezuhlíková, tak nějaké povědomí mají.

Tazatelka:

Dobře děkuji. Napadlo Vás během rozhovoru ještě něco, co byste chtěla zmínit o zelené chemii?

Respondent č. 7:

Nevím, asi ne. Jen myslím, ale že je určitě v pořádku to tam někam zařadit. Klidně do těch učebnic, ale aby přesně člověk věděl, jo tady to můžu zapojit. Nebo nějaké návody pro učitele.

Tazatelka:

Děkuji. Myslíte si, že by Vám více vyhovoval nějaký ucelený materiál, který se na problematiku zelené chemie bude koukat komplexně, nějaká příručka nebo něco po jednotlivých bodech, principech?

Respondent č. 7:

Klidně si spíš myslím, že v bodech, které by byly stručnější, takový manuál, ten by mohl někoho odradit kvůli času. A I třeba s něčím konkrétním, nějakou laboratorní prací, nějakou diskuzí nebo nějakým pořadem.

Tazatelka:

Na začátek mi dovoluňte se zeptat na pár základních informací o Vás. Jaké je Vaše vzdělání. Jak dlouho se učíte a jaký předmět vedle chemie vyučujete? Využíváte nějaké učebnice chemie ve své výuce?

Respondent č. 8:

Vystudovala jsem potravinářství, biochemickou technologii na VŠCHT, kde učitelství vůbec nebylo. Tak jsem kombinovaně dodělala učitelství chemii pro střední školy na Pedagogické fakultě.

Poté jsem šla učit a už učím 8 let. K chemii ještě učím matematiku. Ve výuce využíváme učebnici od Nové školy.

Tazatelka:

Přejdeme tedy k zelené chemii. Co si představíte pod zelenou barvou? Jak byste zelenou barvu charakterizovala třemi slovy?

Respondent č. 8:

Můj dojem, když se řekne zelená barva. Je určitě chlorofyl. Příroda, rostliny.

Tazatelka:

Setkala jste se někdy s názvem tzv. zelené chemii? Vyjma našeho plánovaného rozhovoru.

Respondent č. 8:

Upřímně, asi si nevybavuji, že bych se s tím setkala, a že bych o tom něco věděla.

Ale co si pod tím představuju je, že by to měla být nějaká udržitelná forma chemie. V tom smyslu, aby to bylo přátelské vůči životnímu prostředí, aby nevznikalo zbytečně moc nějakých odpadních látek, vedlejších produktů, aby ty věci, co vznikají, ty hlavní produkty, aby byly přátelské vůči životnímu prostředí, aby to všechno bylo snadno odbouratelné a ideálně, aby na to nebylo potřeba příliš mnoho energie.

To bych si pod tím asi tak představila, ale že bych se s tím někde nějak oficiálně setkala, to si nejsem vědoma.

Tazatelka:

To si představujete úplně správně. Teď se podíváme na ten soubor, který jsem Vám poslala. Máte v něm 12 principů zelené chemie, které se ji snaží svými myšlenkami popsat. Které z těchto principů vnímáte jako snadno zařaditelný ve výuce chemie na základních školách či nižších gymnáziích?

Respondent č. 8:

Tak já určitě mluvím o té energetické účinnosti běžně, když se dostaneme k biochemii na konci devítky.

Ráda se s nimi bavím o tom, že tělo funguje z nějaké 66% účinnosti v porovnání se spalovacím motorem, kde je to na účinnost necelých 30 %. A že je zde hrozně moc ztrát. V porovnání s tou přírodou, kde to není nikdy také na 100 %, ale je mnohem dokonalejší. A pak se také bavíme o slučování vodíku a kyslíku, že je to hezky takový ekologický, jen kdyby to nebouchalo.

Využívání obnovitelných surovin. Na tom máme v učebnici celou kapitolu, kde se hovoří o obnovitelných a neobnovitelných zdrojích.

No, zamezení derivatizace. No, to asi ne, my se obecně bavíme o derivátech uhlovodíků, a že freony, halogenderiváty, že to není žádná hitparáda, ale že bychom se zabývali tím, jak je zamezit, tak to ne.

A když se dělají tyhle témata, to už jsme na konci devítky a není tam na nic čas, krom přijímaček.

Snadná odbouratelnost, to jo, to my se bavíme o plastech, když narazíme na téma chemie kolem nás. Na rozložitelné plasty.

Minimalizace vzniku nehody. O tom se taky bavíme, ale formou bezpečnosti práce, Nebo když se bavíme o přírodních katastrofách.

Analýza v boji proti znečištění, no jako tohle se mi více hodí do té organiky. A jak ji děláme v té devítce, tak na ni nezbývá opět tolik času.

Pak se zabýváme sírou, oxidem siřičitým, hlavní složkou londýnského smogu, kdy se koukáme na krátké video, někdy začátkem topné sezóny.

Tazatelka:

Dobře, děkuji. Které z těchto principů Vám naopak přijdou jako nezařaditelné do výuky na základní škole, nižším gymnáziu? A z jakého důvodu?

Respondent č. 8:

No tak záleží vždycky, do jakých hloubek půjdete, že jo. Odpady, tak ty se určitě dají. Atomová ekonomika. No, to nevím, jestli by úplně byli schopni pobrat na základní škole. Možná tak tři žáci, ale vůbec mě teď nenapadá, jak to podat, aby to bylo pochopitelný pro průměrného žáka základní školy. Hle nevím si se by úplně pobrali na tý naší základní škole. Méně nebezpečné chemické procesy, to by se dalo. Na nějaké základní úrovni, to bychom asi zvládli. Bezpečnější chemikálie, to už se děje. Všechno bylo hodně zrevidovaný. Jako DDT bylo zrušený už dávno, obecně freony. Takže minimálně na nějakých příkladech, to se určitě dá.

Tazatelka:

Jak to vypadá u Vás v rámci laboratoří? Co využíváte v rámci laboratorních pracích?

Respondent č. 8:

My nemáme laboratorní učebnu, takže s 30 žáky např. testujeme vlastnosti látek, co reaguje s vodou, co s octem. Měříme pH pomocí papírků. Pokovujeme hřebík modrou skalicí, barvíme škrob.

Takže navržení bezpečnějších chemikálií, to si dokáží představit na teoretické úrovni. Bavíme se o chloroform, tom DDT. Jaké to mělo mouchy.

Bezpečnější činidla a rozpouštědla, to také. Taky hovoříme, v jakých činidlech se rozpouštějí tuky. Co toluen dělá s čichovým lalokem a tak.

Ta energetická účinnost např. toho lidského těla, ten motor. Za běžné teploty a tlaku, to by šlo. Ale já mám říkat, co by nešlo.

Tu sedmičku myslím děláme. Povídáme si o přírodních barvivech, děláme pH indikátor z červeného zelí.

No omezení derivátů, které jsou nežádoucí. To je těžký. K tomu mě nic teď nenapadá. Ta katalýza. O katalyzátorech se bavíme např. u aut. A to myslím, že by se rozpracovat dalo. Snadná odbouratelnost, to jako jo. Oni sami znají papírový versus plastový brčko.

Ta desítka a jedenáctka. To už vidím spíš u těch výrob, ale přemyslím. Možná by to šlo napasovat na to, když jsme se koukali na seriál Černobyl. Žáky to zaujalo hodně. Takže by si člověk našel nějaké chemické havárie a na nich odvyprávěl, co se dalo dělat jinak a proč. Prostě to dát na nějaké konkrétní příklady.

Minimalizace vzniku nehody, no to mi přijde podobné tomu Černobylu např.

Tazatelka:

Děkuji. Říkala jste, že pracujete s učebnicí od nakladatelství Nové školy. Vybavujete si nějaké zmínky, návaznosti, které se dotýkají zelené/udržitelné chemie?

Respondent č. 8:

Čistění vzduchu, odsiřování. Pak je tam kapitola věnovaná vodě, kde se řeší voda odpadní. Čistička.

V devítce jsou kapitoly věnované udržitelným zdrojům energie. Obnovitelným a neobnovitelným zdrojům.

U té organiky, tam u jednotlivých skupin uhlovodíku najdeme informace třeba jestli je látka karcinogenní, zda je škodlivá pro člověka nebo životní prostředí. Také výstražné symboly. A na konci je téma chemie kolem nás, kde se řeší i výživa a přírodní látky. Chemie a životní prostředí, zemědělství. Dále je tam průmysl, plasty. Nebezpečné látky k životnímu prostředí.

Tazatelka:

Děkuji. Jak se žáci tváří na témata, která jsou environmentálně zaměřená? Zkusila byste to shrnout?

Respondent č. 8:

Záleží, jak se jim to podá. Když jim to podám, jako tím bulvárním způsobem prostě, že jako dramaticky líčím, jak byla díra ozonové vrstvy, Chudinky ovečky na Novém Zélandu měly rakoviny čumáčků, tak to zaujme. Nejvíce bojujeme s kapitolou těch obnovitelných a neobnovitelných zdrojů energie, protože už to slyšeli mockrát.

Mají o tom velké povědomí, protože si o tom už povídali na prvouce, pak někde v přírodovědě, možná i v zeměpise, takže už mají pocit, že to znají. A koukají takovým způsobem, jako už zase?

Ale třeba zase když jsme hovořili o tom smogu, koukali na Černobyl, tak je to zase lepší. Ale neřekla bych že moc žáků bude přemýšlet tímto směrem.

Tazatelka:

Děkuji. Napadlo Vás ještě něco během rozhovoru, co se týká zelené chemie/udržitelnosti, co byste chtěla ještě doplnit?

Respondent č. 8:

Jsem zvědavá na revidované RVP, které je více orientované na nějakou udržitelnost z toho, co jsem četla. Ocenila bych nějaké materiály, soubor, který učitelům pomůžeme v adaptaci. Z toho starého vyškrtnou téměř všechno.

Tazatelka:

Než přejdeme k zelené chemii samotné. Pověděla byste mi o Vašem vzdělání. Jak dlouho se věnujete učení a jaký předmět vedle chemie vyučujete?

Respondent č. 9:

Mám vysokoškolské vzdělání učitelství v oboru biologie, chemie na Přírodovědecké fakultě. Učím od roku 95. Vyučuji s chemií ještě tedy biologii.

Tazatelka:

Přejdeme tedy k zelené chemii samotné. Co si představíte pod zelenou barvou? Jakými třemi slovy byste ji charakterizovala?

Respondent č. 9:

Příroda, život, čerstvost, fotosyntéza.

Tazatelka:

Skvěle, děkuji. Setkala jste se někdy s názvem tzv. zelené chemie? Pokud ano, tak v jakém kontextu?

Respondent č. 9:

Kromě toho že s Vámi budu dělat rozhovor, tak to asi ne.

Tazatelka:

Možná jste se setkala s termínem udržitelné chemie, který je u nás možná více známější? Co si představíte pod ní?

Respondent č. 9:

To asi ano. No v podstatě, že se budou využívat chemické látky, které nebudou škodit životnímu prostředí, nebudou se ukládat v potravních řetězcích. Že ty látky nebudou škodit, že budou v souladu vůči nějakým přírodním zákonitostem.

Tazatelka:

Poprosím Vás, abyste si otevřela soubor s dvanácti principy zelené chemie, které jsem Vám poslala a přečetla si je. Tyto principy se snaží odrážet myšlenky zelené chemie v nějakých shrnujících bodech. Zkusila byste mi po přečtení říct, u kterých si myslíte, že by mohly být snadno zařaditelné do výuky na základní škole případně nižším gymnáziu?

Respondent č. 9:

Kukám na to. V té rychlosti mě asi nenapadne všechno, ale zdá se mi, že teoreticky by se daly použít všechny. Jen se to musí umět vhodně podat a člověk o tom musí něco vědět.

Ale zdá se mi, že by určitě šly zařadit principy 1 ,3 ,5 ,7 ,9 ,10 a 12.

Ale jak říkám, teoreticky by šlo všechno. Když by se to odborně uchopilo.

Tazatelka:

Děkuji. Je některý z těchto principů, který využíváte ve své výuce? Když si je teď pročítáte.

Respondent č. 9:

Tak bezodpadové hospodářství určitě zmiňujeme. Bezpečnost a nebezpečnost taky. Fosilní paliva versus nějaký bezodpadový. Obnovitelné zdroje, katalýza, no tam znají jen ten pojem katalyzátoru. Ale to se dá napravit s tou zelenou chemií.

Dále samozřejmě o té bezpečnosti práce vždy mluvíme u těch látek, jak jsou škodlivé.

Analýza v boji proti znečištění, no tak to nevím. Říkáme si, že už se dnes nevypouštějí nějaké plyny, hovoříme o katalyzátorech u filtrů.

Tazatelka:

Děkuji. Mohla byste teď zase naopak zkusit vybrat ty principy, které Vám neprijdou zařaditelné ve výuce chemie na základní škole či nižším gymnáziu?

Respondent č. 9:

Těžká mi přišla dvojka a čtyřka. Myslím, že nemají ty znalosti, aby něco navrhovali.

Energetická účinnost, ta by asi šla. Osmička mi ještě připadá těžká.

Tazatelka:

Děkuji. Mohla byste trochu rozvést, jak Vám připadají těžké?

Respondent č. 9:

Co se látky týče. Kdyby na to měli přijít sami nějakou třeba badatelskou metodou, ale když jim to člověk upraví a vysvětlí výkladem, tak to by se možná dalo.

Ale tím, že o tom nic nevím, tak to nedokážu úplně posoudit,

Tazatelka:

Supr, děkuji. Využíváte v rámci své výuky chemie učebnici? Jsou v ní nějaké návaznosti na zelenou/udržitelnou chemii?

Respondent č. 9:

Využíváme učebnice od Nové školy, které máme rozdělené do tří let.

No tak bezpečnost ta se tam určitě řeší. Obnovitelné, neobnovitelné zdroje. Katalyzátory, ale ne v souvislosti tou zelenou chemií. Hrozná pro životní prostředí nebo pro člověka. Ale o zelené chemii jako takové, to ne. Nebo si to neuvědomuji. Ale určitě by se to dalo aplikovat.

Dále odpady. U každé nebezpečné látky, tak jsou tam symboly. Především v té organické chemii. Také fosforečnany, vodní květ. Organický rozpouštědla, jak by se neměli míchat s vodou, že jsou špatně odstranitelný. Dále probíráme DDT, freony, oxid uhličitý, globální oteplování.

Tazatelka:

Jak vnímáte, že na žáky působí tahle environmentální témata?

Respondent č. 9:

Jo, někteří vědí, někteří si zase pletou skleníkový efekt s ozonovou dírou. Takže je to hodně individuální.

Tazatelka:

Děkuji. Vyskytují se nějaké prvky zelené chemie ve Vašich laboratorních praktikách?

Respondent č. 9:

Vždy je upozorním na bezpečnost práce, co obsahují RS věty.

Tazatelka:

Děkuji. Jak si myslíte, že by mohly být prvky zelené chemie předávány učitelům či žákům? Myslíte, že by bylo vhodné udělat nějaký ucelenější koncept nějaké kapitoly, metodiky. Či třeba implementovat jednotlivé principy do jednotlivých témat?

Respondent č. 9:

To je hodně těžký. No tak pro ty malé děti, tam spíš jednotlivě a později to třeba zobecnit, třeba I nějaká kapitola. Klidně I nějaká videa, filmy, instruktážní videa. Nebo něco takového k tomu udělat, aby viděli tu přírodu a dopad látek na přírodu. Mířit na emoce, to pak pomáhá upevnit ten přístup. A také když se dodají nějaká čísla, nějaké grafy. Nebo jak se ta ekologická stopa převádí na peníze. Ekonomizace by tomu hrozně pomohla, aby byl vidět dlouhodobý horizont té ceny.

Tazatelka:

Děkuji, poslední otázka. Je něco, co byste ještě chtěla zmínit v návaznosti se zelenou chemií?

Respondent č. 9:

Ještě mě k té ekonomické stránce napadají elektroauta, které právě když se vyčíslí, tak ty ekologická čísla nevycházejí úplně hezky. Mělo by se tom v těch školách mluvit, aby žáci byli schopni vytvořit si takové věci vlastní názor.

1) Zamezení vzniklého odpadu

První princip se snaží poukazovat na skutečnost, že je lepší přecházet tvorbě odpadu samotného než s ním později nakládat. Na úrovni laboratorního výzkumu se ukázalo, že likvidace vznikajícího odpadu často převažuje cenu potřebných výchozích surovin. V průmyslovém sektoru tomu není jinak.

2) Atomová ekonomika

Druhý princip hovoří o syntetických metodách, které by měly být naplánovány tak, aby nanejvýš začlenily všechny použité výchozí látky do konečných produktů.

V průběhu let se přicházelo s mnoha novými postupy, které zvyšovaly samotné výtěžky žádaných produktů reakcí, ale také zvyšovaly výtěžnost produktů nechtěných vedlejších reakcí. Proto je nezbytné nahlížet na všechny aspekty zároveň.

3) Méně nebezpečné chemické procesy

Třetí princip zelené chemie se snaží o eliminaci nebezpečných látek pro člověka a životní prostředí, ať už činidel, která byla pro chemický postup využita či jejich produktů.

4) Navržení bezpečnějších chemikálií

Čtvrtý princip nám sděluje, že by produkty měly být navrženy tak, aby byla zachována jejich funkčnost, ale zároveň by neměly být toxické. Opět se nám nabízejí látky, které můžeme najít v přírodě. Nejen že takové látky můžeme označit za téměř nevyčerpatelné, ale především se budou pyšnit svou snadnou odbouratelností.

5) Bezpečnější rozpouštědla a činidla

Využití rozpouštědel by mělo být silně omezeno. Pokud chemický postup může být uskutečněn i bez rozpouštědel, je vhodné je z procesu odstranit, a pokud to nejde, je žádoucí najít rozpouštědlo s co nejmenší možnou toxicitou.

6) Energetická účinnost

Šestý princip zelené chemie zahrnuje efektivnější využití energie. Princip zelené chemie se snaží apelovat na hledání nových chemických postupů, které by byly prováděny co nejbližší

podmínkám za běžného tlaku a běžné laboratorní teploty, aby se zamezilo zbytečné energetické náročnosti. Takové snížení potřebné energie umožňují nové katalytické technologie.

7) Využití obnovitelných surovin/zdrojů

Sedmý princip klade důraz na práci s látkami, které by neměly být vyčerpatelné.

8) Zamezení derivatizace

Osmý princip zelené chemie apeluje na omezení vzniku derivátů, které jsou nežádoucí a ve valné většině končí jako odpadní produkty.

9) Katalýza

Na devátý princip zelené chemie můžeme jednoduše nahlížet jako na rozdíl mezi katalytickými činidly a stechiometrickými činidly.

Využití katalyzátorů s co nejvyšší možnou selektivitou má přednost před činidly využívaných ve stechiometrických množstvích.

10) Snadná odbouratelnost

Všechny chemické výrobky by měly být navrženy tak, aby po skončení jejich funkčních období, byly rozloženy na neškodlivé produkty, které nezůstávají dlouho v přírodě a nezatěžují tak kvalitu životního prostředí.

11) Průběžná analýza v boji proti znečištění

Jedenáctý princip zelené chemie se snaží nabádat ostatní k využití analytických metod pro sledování chemických reakcí. Monitorováním a kontrolou chemických dějů v reálném čase se snaží zamezit úniku nebezpečných látek v důsledku neočekávaných reakcí, a časnou analýzou tak zamezit daleko horším scénářům.

12) Minimalizace vzniku nehody

Poslední princip zelené chemie hovoří o snaze minimalizovat veškerá rizika, která mohou při chemických procesech nastat. Pokud chceme zamezit možnému vzniku havárie, musíme se už při samém plánování chemických procesů zabývat všemi možnými druhy nebezpečí, ať už se jedná o chemické nebezpečí v podobě toxicity látek, či fyzikální, které může vést k samotnému výbuchu nebo požáru.