

INTERDISCIPLINÁRNÍ PŘÍSTUP A VÝUKA VYBRANÝCH INTERDISCIPLINÁRNÍCH TÉMAT V CHEMII A BIOLOGII V PROSTŘEDÍ ČESKÝCH STŘEDNÍCH ŠKOL

Interdisciplinary Approach and Teaching of Selected Interdisciplinary Topics in Chemistry and Biology at Czech Grammar Schools

KAROLÍNA KOTVALTOVÁ SEZEMSKÁ, Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta,
Katedra učitelství a didaktiky biologie, Katedra učitelství a didaktiky chemie
sezemskk@natur.cuni.cz

Abstract

The aim of this paper is to introduce the results of a survey which deals with a topic interdisciplinary approach in chemistry and biology in Czech grammar schools. The survey was carried out in 2017, 218 secondary school teachers participated. Teachers were sent a request to fill a questionnaire. The results have shown that knowledge of chemistry and biology is more often interconnected by teachers with a qualification in chemistry and biology than by teachers with a qualification in biology without chemistry or chemistry without biology. The main restriction of integration is that similar topics in chemistry and biology are not taught in the same period. Especially for teachers with qualification in chemistry without biology and biology without chemistry insufficient knowledge of the second subject is problem too. Interconnection can be supported by appropriate teaching materials or teacher training courses that extend the knowledge of the second subject. Respondents

prefer rather lower forms of integration, such as preserving separate subjects with an emphasis on interdisciplinary relationships. As for teaching materials, the respondents prefer the manuals for practical tasks, powerpoint presentations or worksheets which can be used in common lessons. From the topics offered, respondents mostly do not teach detection of different substances, phytoremediation, nanoparticles and nanomaterials, influence of stressors on plant growth. At least marginally mentioned topics are the metabolism of plants, natural substances and their use, biocatalysis and bioinhibitors, proteins or nucleic acids. The questioned teachers showed interest especially in teaching materials for topics of substance toxicity, nanoparticles and nanomaterials, natural substances and their use, or genetically modified organisms.

Klíčová slova

Interdisciplinární přístup, interdisciplinární témata, dotazníkové šetření, biologie, chemie

Key words

Interdisciplinary approach, interdisciplinary topics, questionnaire survey, biology, chemistry

Úvod

Cílem článku je představení výsledků šetření zaměřeného na mezipředmětové vztahy v chemii a biologii v prostředí českých středních škol a na výuku interdisciplinárních témat na pomezí chemie a biologie. Šetření částečně navazuje na práce Podroužka (2002), Škody a Doulíka (2007), Šíby (2009, 2013) a Hejnové (2011). Některé položky dotazníku byly obdobné či shodné s dotazníky použitými v rámci šetření jmenovaných autorů. Účelem bylo jednak porovnat odpovědi učitelů základních škol a středních škol či víceletých gymnázií (pouze s učiteli základních škol pracoval např. Podroužek (2002), respondenty Hejnové (2011) byli jen učitelé základních škol a nižšího stupně gymnázií), jednak bylo cílem obdobné šetření realizovat na větším vzorku respondentů (Hejnová (2011) pracovala s 26 respondenty, Škoda a Doulík (2007) se 70 respondenty, Šíba (2009) s 24 respondenty). V neposlední řadě považuji za vhodné obdobná šetření opakovat, aby bylo možné v budoucnu sledovat, zda se názory učitelů na dané téma v čase mění.

Níže jsou definovány základní pojmy *integrace, integrace přírodních věd, mezipředmětové vztahy, integrovaná výuka, interdisciplinární přístup a interdisciplinární témata*.

Hesová (2011) uvádí, že pojem integrace je nejčastěji chápán jako propojování, sjednocování, spojování, zapojení, začlenění či zařazení. Integrace s sebou nese přidanou hodnotu obohacení výsledného celku o novou kvalitu, které by izolované části nemohly dosáhnout.

Podle Vlčka (1981) a Lepila (2006) jsou jako integrace přírodních věd označeny „*přístupy, při nichž jsou koncepce a principy přírodních věd prezentovány tak, že vyjadřují základní jednotu přírodovědného myšlení a pojmů a potlačují přežilé nebo nevýznamné rozdíly mezi různými oblastmi přírodních věd*“.

Altmann (1975) uvádí, že se o mezipředmětových vztazích mluví v případě, že je pro dokonalé porozumění a pochopení některého poznatku daného předmětu třeba využít poznatky, které jsou součástí jiného učebního předmětu. Pro účel

šetření využívám této Altmannovy (1975) definice k vysvětlení pojmu interdisciplinární téma. To chápu především jako takové téma, u kterého, aby bylo plně pochopeno, je třeba využít znalostí z více předmětů. Taková témata bývají vyučována či alespoň zmiňována v rámci více než jednoho tradičního předmětu, nahlíženo je však na ně často izolovaně. Průcha, Mareš a Walterová (2003) chápou mezipředmětové vztahy jako vzájemné souvislosti mezi jednotlivými předměty, chápání příčin a vztahů přesahujících předmětový rámec.

Integrovaná výuka je podle Průchy et al. (2003) výuka, která realizuje mezipředmětové vztahy a propojení teoretických činností s praktickými. Podroužek (2002) chápe integrovanou výuku jako spojení učiva jednotlivých předmětů nebo kognitivně blízkých poznávacích oblastí v jeden celek. Podle Hesové (2011) bývá prvním krokem k integraci hledání mezipředmětových souvislostí. Uplatňování těchto přesahů mezi jednotlivými předměty však probíhá na úrovni učiva, nepostihuje zpravidla výstupy a cíle vzdělávání. Integrace vzdělávacího obsahu je podle RVP ZV (2016) propojení vzdělávacího obsahu na úrovni témat, tematických okruhů, případně vzdělávacích oborů či oblastí.

Průcha et al. (2003) označují interdisciplinární přístup jako didaktický přístup prosazující mezipředmětové vztahy, zadávání speciálních úloh nutících žáky integrovat poznatky z různých předmětů, týmové vyučování, vytváření integrovaných vyučovacích předmětů, tvorbu integrovaných učebnic aj. Interdisciplinární přístup chápu jako přístup, při kterém se dané téma vyučuje tak, aby bylo „optikou různých předmětů“ nahlíženo ihned. Jde tedy o komplexní výuku tématu ve smyslu Fogartyho (2011) modelu „webbed“, nikoliv o pouhé synchronizování výuky podobných témat v rámci jednotlivých předmětů (ve smyslu Fogartyho (2011) modelu „sequenced“).

V anglicky psané literatuře se používá pojem „interdisciplinary“, který označuje v kontextu vzdělávání přístup k učení využívající více než jedné vědecké disciplíny k řešení jediného problému nebo otázky. Tato výuka podporuje zkoumání jednoho tématu z pohledu různých předmětů (Collins & O'Brien, 2003). Pojem „interdisciplinary“ lze tedy překládat jako mezioborový (mezipředmětový) či interdisciplinární.

Dále se lze setkat s pojmem „integrated curriculum“, kterým se obecně míní program učení, ve kterém jsou témata nebo oblasti studovány z pohledu různých oborů. Tímto pojmem se také označuje výuka, při které jsou předměty tradičně vyučované odděleně propojeny (Collins & O'Brien, 2003). Tento pojem se tedy nevíce blíží pojmu integrovaná výuka.

Zmínit lze ještě pojem „integrated science“, což je seskupení všech oborů, které prostřednictvím vědeckých metod zkoumá vztahy a souvislosti v rámci různých odvětví vědy (Collins & O'Brien, 2003).

Příkladem interdisciplinárního tématu a jeho zpracování pro úroveň středních škol může být téma proteiny autorek Bethel a Lieberman (2014), ve kterém je zmiňováno centrální dogma molekulární biologie, vliv mutací, struktura proteinů s důrazem na její funkci aj. Příkladem jiného tématu může být téma alkoholu zpracované Godin et al. (2014), v rámci kterého jsou propojeny poznatky z chemie (např. oxidace, redukce, redoxní reakce, enzymová katalýza atd.) a biologie (stavba a typy buněk, membránový transport, cévní soustava atd.).

Pokud má být podle Vlčka (1981) vzdělávání ve škole obrazem současné vědy a zároveň mají podle Škody a Doulíka (2009) současné přírodní vědy interdisciplinární či multidisciplinární charakter, měla by i výuka přírodovědných předmětů

ve školách odrážet tyto trendy. Požadavek, aby se žákům předkládal vědecky správný výklad učiva na úrovni současné vědy, vyžaduje také *Zásada vědeckosti* (Altmann, 1975). Při osvojování vědeckých poznatků ve výuce se mají podle Altmanna (1975) také co nejvíce využívat vyučovací metody, které se blíží metodám vědeckým. Koordinaci učiva mezi předměty vyžaduje podle Duška (2000) i *Zásada soustavnosti*. Mezipředmětové vztahy mezi přírodovědnými předměty totiž vytvářejí soustavy poznatků, které formulují ucelenou představu o přírodě. Skalková-Procházková (1962) poukázala na skutečnost, že poznatky osvojené žáky zůstávají navzájem izolovány a že se žákům často ztrácí vzájemná souvislost mezi informacemi z blízkých předmětů. Žáci tak např. ve fyzice nejsou schopni využívat poznatky z matematiky, v dějepise informace z literatury atd. Právě tuto situaci může pomoci řešit dodržování *Zásady respektování mezipředmětových vztahů*, podle které by každý nový poznatek z biologie měl být opřen o znalosti z chemie, geologie, fyziky či matematiky (Altmann, 1975).

Podle Eurydice (2011) podporují integrované vědní předměty dotazování žáků, badatelský přístup a připravují děti pro podrobnější studium ve vyšších ročnících.

Hesová (2011) vidí výhody integrované výuky v představení vzdělávacího obsahu v jeho komplexnosti. Integrované vyučovací předměty jsou těsněji spjaty s životní praxí a vedou k propojování poznatků a vnímání souvislostí, rozvíjí se také aplikace již nabytých dovedností.

Integrace tedy může podle Hesové (2011) vést k eliminaci zdvojení vzdělávacího obsahu, zároveň tímto může dojít k překonání konkurence mezi obory a sporů o rozdělení vyučovacích hodin.

Metodika a výzkumný vzorek

Dotazníkové šetření mezi středoškolskými učiteli bylo provedeno v roce 2017. Dotazník byl vytvořen ve Formuláři Google Docs, sestával z jedenácti položek (čtyři identifikační a sedm věcných). V první fázi šetření bylo osloveno šest učitelů, kteří vyplňovali dotazník v tištěné podobě. Cílem bylo zjistit časovou náročnost (průměrný čas, potřebný k vyplnění, byl 10 minut) a to, zda jsou otázky srozumitelné. Na základě zpětné vazby pak došlo k úpravě desáté položky.

Po úpravě dotazníku byla na 928 e-mailových adres odeslána žádost o účast v šetření. K rozeslání byla využita databáze emailových adres učitelů, prostřednictvím které se rozesílají mj. informace o akcích přírodovědného vzdělávání Přírodovědecké fakulty University Karlovy. Šetření se zúčastnilo 218 učitelů – 52 mužů (24 %) a 166 žen (76 %), návratnost byla 23 %. V šetření bylo zastoupeno 55 vyučujících (25 %) s odbornou kvalifikací biologie nebo biologie s jiným předmětem než chemie, 55 učitelů (25 %) s odbornou kvalifikací chemie nebo chemie s jiným předmětem než biologie a 108 učitelů (50 %) s odbornou kvalifikací chemie a biologie. Respondenti se věnovali především výuce na vyšších stupních víceletých gymnázií či na čtyřletých gymnáziích (95,9 %) a na nižším stupni víceletých gymnázií (65,1 %). Na střední odborné škole vyučovalo 5,5 % respondentů a na základní škole 1,4 % učitelů.

Největší skupinu respondentů tvořili učitelé s délkou učitelské praxe 19–27 let (24,8 %), následovala skupina s délkou praxe 12–19 let (22 %), 2–6 let (15,1 %), 6–12 let (12 %), více než 32 let (11,5 %), 27–32 let (9,6 %), nejmenší skupinu tvořili učitelé s délkou praxe 0–2 roky (4,6 %).¹

¹ Interval doby praxe byly navrženy podle platových stupňů učitelů (Nařízení vlády, 2017).

Výsledky a diskuse

V první věcné položce byli učitelé dotazováni na to, jak často propojují ve výuce poznatky z chemie a biologie. Nabízené možnosti byly *velmi často*, *často*, *občas*, *velmi málo* a *vůbec*. U této otázky bylo možné vybrat pouze jednu variantu. Odpověď často nebo *velmi často* zde uvedlo celkově 61 % učitelů, *občas* 34 % a *velmi málo* nebo *vůbec* 5 % respondentů. Tato položka byla následně vyhodnocena samostatně pro učitele, kteří mají odbornou kvalifikaci chemie a biologie, a pro učitele s odbornou kvalifikací pouze biologie nebo biologie a jiný předmět než chemie, či chemie nebo chemie a jiný předmět než biologie. Většina učitelů s odbornou kvalifikací chemie a biologie (92 %) uvedla, že poznatky z chemie a biologie propojují často či velmi často. Zbývající učitelé z této kategorie volili možnost *občas*. U učitelů, kteří nemají kombinaci chemie a biologie, možnost často nebo *velmi často* volilo 30 % respondentů, možnost *občas* 59 % respondentů a možnost *velmi málo* či *vůbec* 11 % respondentů. Ačkoliv bylo možné podobné výsledky očekávat, mohou být zajímavé v kombinaci se závěry šetření Hejnové (2011). Ta uvádí, že 69 % učitelů, kteří se zúčastnili jejího šetření, si myslí, že by učitelé 2. stupně základní školy měli být připravováni ve víceoborových kombinacích (3 až 4 předměty). Uvádí také, že 69 % těchto učitelů někdy uvažovalo o rozšíření své odborné kvalifikace. Nabízí se tedy myšlenka, že by vzdělání učitelů ve třech až čtyřech aprobačních oborech mohlo, alespoň v prostředí základních škol, zlepšit integraci přírodovědných poznatků. Doubrava, Šteflová a Švancar (2002) také diskutují skutečnost, že především na druhém stupni menších základních škol učitelé často vyučují předměty, k nimž nejsou

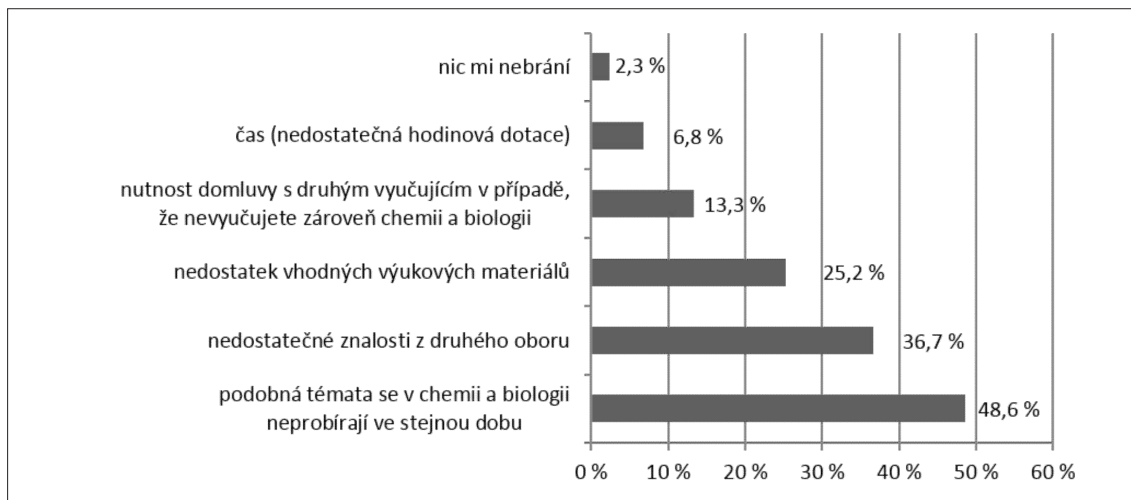
odborně způsobilí. Vzdělávání budoucích učitelů ve třech aprobačních oborech by pak mohlo pomoci řešit i tuto situaci.

Jelikož ale snahy o zavádění oborů, ve kterých by budoucí učitelé základních škol studovali kombinace více předmětů, již v minulosti proběhly (např. Altmann, 1975), je spíše otázkou, zda by další rozšiřování odborné kvalifikace nemělo být směřováno až do postgraduální přípravy učitelů.

Trna (2005) předpokládá, že stávající dvouoborové učitelské kombinace budou rozšířeny na celou vzdělávací oblast. Otázku, zda je vhodné připravit studijní programy a obory již pro celou oblast v pregraduální přípravě, nebo dvouoborové učitele doškolovat až v rámci postgraduální přípravy, však ponechává otevřenou.

Následovala otázka týkající se faktorů, které učitelům brání v tom, aby ve výuce častěji propojovali znalosti z chemie a biologie. Nabízené možnosti byly: *podobná témata se v chemii a biologii neprobírají ve stejnou dobu*; *nedostatečné znalosti z druhého oboru*; *nedostatek vhodných výukových materiálů*; *nutnost domluvy s druhým vyučujícím v případě, že nevyučují zároveň chemii i biologii*. Učitelé měli možnost označit více možností a případně ještě doplnit svou vlastní. Zastoupení odpovědí na tuto položku znázorňuje graf 1.

Graf 1 Vyhodnocení položky „Které faktory brání tomu, abyste ve výuce více propojoval/a znalosti z chemie a biologie?“



Z nabízených variant byla respondenty nejčastěji označena možnost *podobná témata se v chemii a biologii neprobírají ve stejnou dobu* (tuto možnost uvedla téměř polovina učitelů). Druhým nejčastěji uváděným faktorem bránícím častějšímu propojování poznatků byly *nedostatečné znalosti druhého oboru (chemie či biologie)* – tuto odpověď volilo 37 % učitelů (94 % celkového počtu učitelů, kteří volili tuto odpověď, tvořili učitelé s odbornou kvalifikací biologie bez chemie či chemie bez biologie). Mezi odpověďmi, které uváděli sami učitelé, byl např. čas (nedostatečná hodinová dotace) či odpověď *nic mi nebrání*.

Překážkami integrace předmětů se zabývali i jiní autoři. Podle Hesové (2011) je jednou z překážek zavádění integrované výuky minimum učebnic a učebních pomůcek. Stejně tak Podroužek (2002) a Hejnová (2011) poukazují na absenci učebnic a jiných výukových materiálů pro integrovanou výuku.

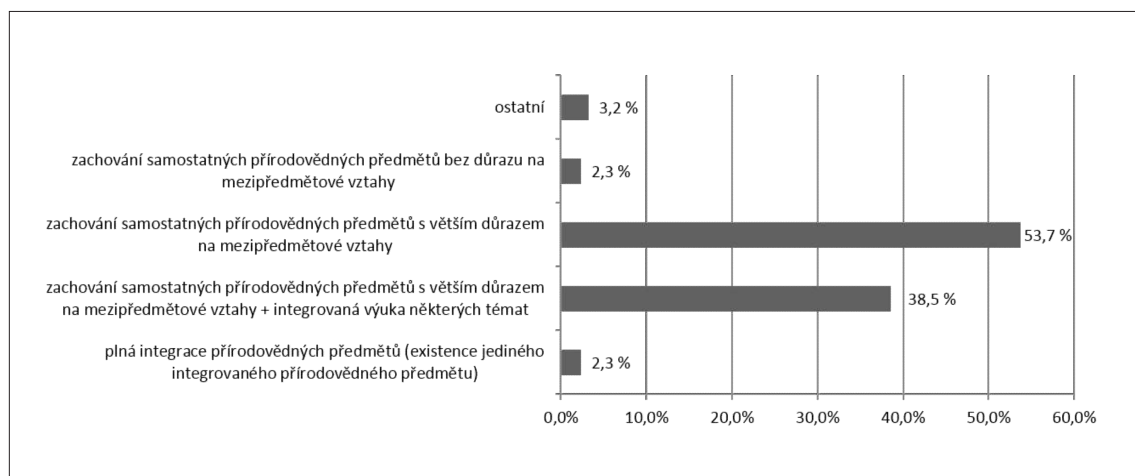
Podle šetření Škody a Doulíka (2007) byla nejzávažnější překážkou v zavádění integrované výuky přírodovědných předmětů profilace učitelů na jeden až dva předměty (s tím souvisí nedostatečná odborná způsobilost), následovaly odpovědi: *chybějící učebnice, nedostatek financí na dovybavení specializovaných učeben a laboratoří, velká časová náročnost* aj. Na zvýšenou náročnost přípravy výuky integrovaného předmětu upozorňuje i Hesová (2011).

Na předchozí položku navazovala otázka na faktory, které naopak mohou napomoci častějšímu propojování poznatků z chemie a biologie. V této položce byly nabídnuty možnosti: úprava ŠVP vedoucí k tomu, že se související učivo chemie a biologie bude probírat ve stejnou dobu; kurzy rozšiřující znalosti chemie či biologie; vhodné výukové materiály. Dále měli respondenti opět možnost doplnit vlastní odpověď. Nejčastěji volenou možností byly *vhodné výukové materiály* (64,2 %). Kurzy pro učitele by pak ocenilo 37,2 % respondentů. Z vlastních odpovědí učitelů lze vybrat např. *větší časová dotace, správné*

finanční ohodnocení učitelů, změna koncepce přípravy učitelů, seznam a ukázka témat vhodných propojování, spolupráce vyučujících na průřezových tématech a kapitolách, ale i žádné (není třeba více propojovat/propojují již tak dostatečně).

Učitelé byli dále dotazováni na stupeň integrace přírodovědných předmětů, který by preferovali pro úroveň středních škol. U této otázky měli možnost volby z nabízených odpovědí i možnost vypsat odpověď vlastní. Vyhodnocení položky znázorňuje graf 2.

Graf 2 Vyhodnocení položky „Jaký stupeň integrace (sjednocení) přírodovědných předmětů na střední škole (gymnáziu) byste upřednostnil/a?“

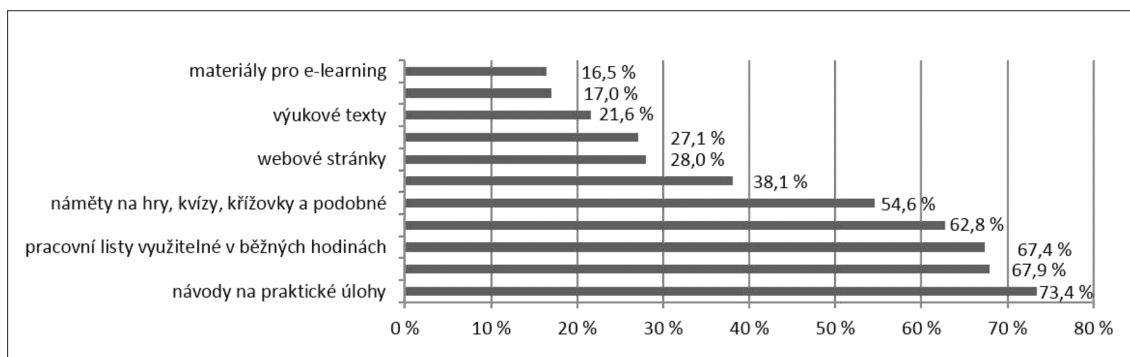


Je patrné, že respondenti preferují spíše zachování samostatných předmětů s důrazem na mezipředmětové vztahy (53,7 %) případně ještě doplněné o integrovanou výuku některých témat (38,5 %).

Již provedená šetření (Škoda a Doulík (2007), Šíba (2009, 2013), Hejnová (2011)) v oblasti názorů učitelů na zavádění integrované výuky na základních a středních školách jsou ve shodě s výsledky tohoto šetření. Ukázala totiž, že samotní učitelé preferují zachování samostatných předmětů s důrazem na mezipředmětové vztahy.

Vzhledem k předpokladu, že jeden z faktorů, který může napomoci v častějším propojování poznatků z chemie a biologie, mohou být vhodné výukové materiály, byla zařazena otázka na typy výukových materiálů, které učitelé nejspíše využijí ve výuce. U této otázky byla možnost výběru více variant, navíc byla možnost doplnit svou vlastní odpověď.

Graf 3 Vyhodnocení položky „Které typy výukových materiálů nejspíše využijete ve výuce? (O který typ výukových materiálů máte zájem?)“



Z grafu 3 plyne, že respondenti upřednostňovali především návody na praktické úlohy, powerpointové prezentace či pracovní listy využitelné v běžných hodinách. Zájem naopak příliš nemají o materiály pro e-learning, materiály pro interaktivní tabuli nebo o výukové texty.

Poslední dvě otázky se týkaly interdisciplinárních témat, která byla vytipována mj. na základě rozhovorů s akademickými pracovníky PŘF UK² (Sezemská & Hybelbauerová, 2017). Jednalo se o následující témata: nukleové kyseliny (např. struktura, katalytické funkce RNA, opravy DNA, rekombinace DNA, regulace genové exprese...), genomová biologie (studium evoluce a funkce organismů pomocí genomických přístupů), proteiny (např. struktura, funkce...), komplexní sloučeniny (využití těchto sloučenin v analytické chemii, ve zdravotnictví...), nanočástice a nanomateriály

(využití nanočástic v lékařství, textilním průmyslu...), biokatalýza a bioinhibitory (struktura a význam enzymů, význam inhibitorů...), toxicita látek (např. mechanismy toxicity, akutní a chronické otravy, přírodní toxiny...), přírodní látky a jejich využití (např. alkaloidy, vonné látky, chuťové látky, barviva...), fytofarmacie (využití rostlin k odstranění škodlivých látek z prostředí), vliv stresorů na vývoj rostlin (vliv biotických a abiotických stresorů na rostliny, reakce rostlin na stres...), metabolismus rostlin (fotosyntéza, metabolismus dusíkatých látek, metabolismus lipidů...), geneticky modifikované organismy (možnosti „přípravy“ geneticky modifikovaných organismů a jejich využití, rizika spojená s geneticky modifikovanými organismy...), možnosti detekce různých látek (detekce těžkých kovů, herbicidů a pesticidů v přírodě, analýza potravin a léčiv...), chemická ekologie (chemicky zprostředkované interakce mezi organismy).

2 V rámci tohoto šetření jsme se akademických pracovníků ptaly na témata, kterým se věnuje současný výzkum v chemii a biologii. Z výčtu těchto témat pak byla vybrána ta, které by bylo možné vyučovat interdisciplinárně (např. u komplexních sloučenin je možné na tradiční učivo o struktuře, typu vazby, stabilitě atd. navázat vysvětlením funkce hemoglobinu, podstaty a léčby otravy oxidem uhelnatým atd.). Cílem dotazníkového šetření mezi středoškolskými učiteli pak bylo zjistit, zda se tato aktuální témata na středních školách učí (případně v jakém rozsahu) nebo zda by měli učitelé zájem o materiály k těmto tématům. Účelem šetření tedy není apel na další navyšování obsahu učiva chemie a biologie, ale popis situace ohledně výuky těchto témat.

Učitelé byli nejprve dotazováni, zda téma učí a případně ve kterém předmětu se tématu věnují.

Vyhodnocení odpovědí všech učitelů shrnuje tabulka 1. Jelikož pouze učitelé chemie a biologie mohli volit ze všech odpovědí, byla pro ně položka vyhodnocena samostatně. Tyto výsledky shrnuje tabulka 2.

Tab. 1 Vyhodnocení položky „Ve kterém předmětu a v jakém rozsahu vyučujete následující témata?“ pro všechny kombinace odborných kvalifikací (218 respondentů)

| | učím pouze v biologii (semináři biologie) | pouze okrajově zmiňuji v biologii | učím pouze v chemii (semináři chemie) | pouze okrajově zmiňuji v chemii | učím v biologii a zároveň alespoň zmiňuji v chemii | učím v chemii a zároveň alespoň zmiňuji v biologii | neučím |
|---------------------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|--|--|--------|
| nukleové kyseliny | 25,2 % | 0,9 % | 24,3 % | 2,3 % | 18,8 % | 26,6 % | 1,8 % |
| genomová biologie | 27,5 % | 16,1 % | 0 % | 1,4 % | 12,4 % | 0 % | 41,7 % |
| proteiny | 15,6 % | 7,8 % | 28,9 % | 0,9 % | 1,8 % | 42,2 % | 2,8 % |
| komplexní sloučeniny | 1,8 % | 4,6 % | 48,6 % | 4,6 % | 0,9 % | 17,9 % | 21,6 % |
| nanočástice a nanomateriály | 0,0 % | 5,0 % | 16,6 % | 21,2 % | 2,4 % | 10,7 % | 44,1 % |
| biokatalýza a bioinhibitory | 8,7 % | 9,2 % | 33,5 % | 2,3 % | 3,2 % | 35,8 % | 7,3 % |
| toxická látek | 5,5 % | 14,7 % | 18,3 % | 16,1 % | 4,1 % | 25,7 % | 15,6 % |
| přírodní látky a jejich využití | 6,4 % | 15,1 % | 28,9 % | 6,9 % | 3,7 % | 34,4 % | 4,6 % |
| fytofarmacie | 5,0 % | 10,7 % | 0,0 % | 3,8 % | 3,8 % | 1,9 % | 74,9 % |
| vliv stresorů na růst a vývoj rostlin | 24,8 % | 19,7 % | 0,9 % | 1,4 % | 9,2 % | 1,4 % | 42,7 % |
| metabolismus rostlin | 28,4 % | 1,4 % | 16,1 % | 7,3 % | 17,9 % | 24,8 % | 4,1 % |
| geneticky modifikované organismy | 34,4 % | 15,6 % | 2,3 % | 6,9 % | 13,3 % | 5,0 % | 22,5 % |
| možnosti detekce různých látek | 2,3 % | 4,6 % | 12,4 % | 15,6 % | 1,8 % | 12,8 % | 50,5 % |
| chemická ekologie | 10,1 % | 9,6 % | 6,9 % | 15,6 % | 6,0 % | 8,3 % | 43,6 % |

Z tabulky 1 vyplývá, že respondenti nejčastěji nevyučují témata možnosti detekce různých látek, fytofarmacie, nanočástice a nanomateriály, vliv stresorů na růst a vývoj rostlin, genomová biolo-

gie či chemická ekologie. Nejčastěji jsou alespoň okrajově zmiňována témata metabolismus rostlin, přírodní látky a jejich využití, biokatalýza a bioinhibitory, proteiny či nukleové kyseliny.

Tabulka 2: Vyhodnocení položky „Ve kterém předmětu a v jakém rozsahu vyučujete následující témata?“ pro kombinaci odborných kvalifikací chemie a biologie (108 respondentů)

| | učím pouze v biologii (semináři biologie) | pouze okrajově zmiňuji v biologii | učím pouze v chemii (semináři chemie) | pouze okrajově zmiňuji v chemii | učím v biologii a zároveň alespoň zmiňuji v chemii | učím v chemii a zároveň alespoň zmiňuji v biologii | neučím |
|---------------------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|--|--|--------|
| nukleové kyseliny | 2,8% | 0,0% | 5,6% | 0,9% | 36,9% | 51,9% | 1,9% |
| genomová biologie | 25,0% | 17,6% | 0,9% | 0,0% | 24,1% | 0,0% | 32,4% |
| proteiny | 0,9% | 0,0% | 11,1% | 0,9% | 2,8% | 83,3% | 0,9% |
| komplexní sloučeniny | 0,0% | 0,0% | 57,4% | 4,6% | 1,9% | 34,3% | 1,9% |
| nanočástice a nanomateriály | 0,0% | 1,9% | 19,4% | 25,9% | 3,7% | 21,3% | 27,8% |
| biokatalýza a bioinhibitory | 0,0% | 0,0% | 21,3% | 2,8% | 5,6% | 70,4% | 0,0% |
| toxická látek | 0,9% | 4,6% | 8,3% | 18,5% | 8,3% | 50,0% | 9,3% |
| přírodní látky a jejich využití | 0,9% | 0,9% | 18,5% | 4,6% | 6,5% | 67,6% | 0,9% |
| fytoremediace | 5,6% | 10,2% | 0,0% | 1,9% | 7,4% | 2,8% | 72,2% |
| vliv stresorů na růst a vývoj rostlin | 31,5% | 19,4% | 0,9% | 0,0% | 18,5% | 0,9% | 28,7% |
| metabolismus rostlin | 8,3% | 0,9% | 6,5% | 0,9% | 35,2% | 48,1% | 0,0% |
| geneticky modifikované organismy | 38,0% | 14,8% | 0,9% | 1,9% | 25,9% | 8,3% | 10,2% |
| možnosti detekce různých látek | 1,9% | 1,9% | 10,2% | 17,6% | 2,8% | 24,1% | 41,7% |
| chemická ekologie | 8,3% | 12,0% | 0,9% | 14,8% | 11,1% | 14,8% | 38,0% |

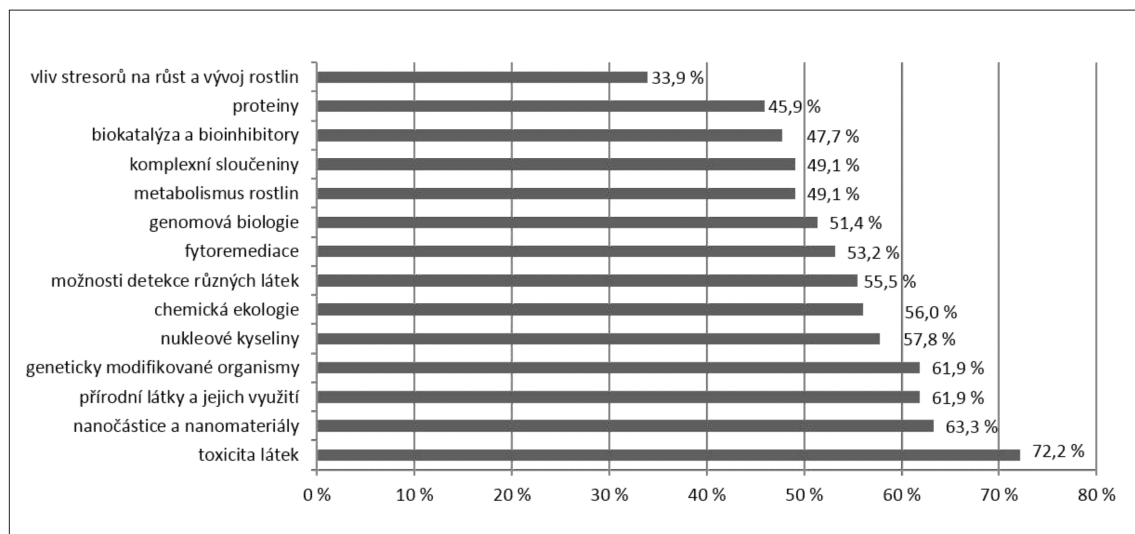
V poslední položce byli učitelé dotazováni na témata, k nimž by měli zájem o materiály. Výčet témat byl stejný jako v předchozí otázce. Jak je patrné z grafu 4, respondenti projeví zájem

především o materiály k tématům toxicita látek. Toto téma se zároveň relativně často učí či alespoň okrajově zmiňuje. Dále byl zájem o materiály k tématu nanočástice a nanomateriály. Zde je zajíma-

vé, že toto téma patří mezi nejméně často vyučované. Zájem byl také projeven o témata přírodní látky a jejich využití či geneticky modifikované

organismy. Nejmenší zájem projevili respondenti o téma vliv stresorů na růst a vývoj rostlin nebo o téma proteiny.

Graf 4 Vyhodnocení položky „Mám zájem o výukové materiály k tématům:“



Závěr

Dotazovaní učitelé s odbornou kvalifikací chemie a biologie uváděli, že ve výuce propojují poznatky z chemie a biologie častěji než učitelé s odbornou kvalifikací biologie nebo biologie s jiným předmětem než chemie, či chemie nebo chemie s jiným předmětem než biologie. Za hlavní překážku integrace poznatků respondenti označili fakt, že se podobná témata v chemii a biologii neprobírají ve stejnou dobu. Především pro učitele s kombinací chemie bez biologie a biologie bez chemie jsou problémem nedostatečné znalosti druhého oboru, pro asi 25 % učitelů je pak překážkou nedostatek vhodných výukových materiálů. Častějšímu propojování poznatků z chemie a biologie

mohou podle dotazovaných napomoci vhodné výukové materiály či kurzy pro učitele rozšiřující znalosti druhého oboru. Respondenti preferují spíše nižší formy integrace jako např. zachování samostatných předmětů s důrazem na mezipředmětové vztahy, případně zachování samostatných předmětů s důrazem na mezipředmětové vztahy doplněných o integrovanou výuku některých témat. Z výukových materiálů byly upřednostňovány návody na praktické úlohy, powerpointové prezentace či pracovní listy využitelné v běžných hodinách. Zájem naopak nebyl o materiály pro e-learning, interaktivní tabuli nebo o výukové texty. Z nabízených témat respondenti nejčastěji vůbec nevyučují témata, jako jsou možnosti detekce různých látek, fytořemediace, nanočástice a nano-

materiály. Alespoň okrajově jsou nejčastěji zmiňována témata metabolismus rostlin, přírodní látky a jejich využití, biokatalýza a bioinhibitory, proteiny či nukleové kyseliny. Respondenti měli zájem

o materiály k tématům toxicita látek, nanočástice a nanomateriály, přírodní látky a jejich využití či geneticky modifikované organismy.

Výzkum byl finančně podpořen projektem UNCE/HUM/024 „Centrum didaktického výzkumu v přírodních vědách, matematice a jejich mezioborových souvislostech“.

Literatura

- ALTMANN, A. (1975). *Metody a zásady ve výuce biologii*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- DUŠEK, B. (2000). *Kapitoly z didaktiky chemie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická.
- BETHEL, C. M. & LIEBERMAN, R. L. (2014). Protein Structure and Function: An Interdisciplinary Multimedia-Based Guided-Inquiry Education Module for the High School Science Classroom. *Journal of Chemical Education*. 91(1), 52–55.
- COLLINS, J. W. & O'BRIEN, P. N. (2003). *The Greenwood Dictionary of Education*. Westport, Connecticut: Greenwood press.
- DOUBRAVA, L., ŠTEFFLOVÁ, J. & ŠVANCAR, R. (2002). Potřebují školy třetí aprobaci? [online]. [cit. 2018-08-01]. Dostupné z: <http://www.ucitelskenoviny.cz/?archiv&clanek=3847>
- Eurydice (2011). *Science education in Europe: national policies, practices and research*. Text compl. in Oct. 2011. Brussels, [Belgium]: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency.
- FOGARTY, R. (1991). Ten Ways to Integrate Curriculum. In: *The Mindful School: How to Integrate the Curricula*. 3rd. Palatine: Skylight Publishing, s. 61–65.
- GODIN, E. A., KWIEK, N., SIKES, S. S., HALPIN, M. J., WEINBAUM, C. A., BURGETTE, L. F., ... SCHWARTZ-BLOOM, R. D. (2014). Alcohol Pharmacology Education Partnership: Using Chemistry and Biology Concepts To Educate High School Students about Alcohol. *Journal of Chemical Education*. 91(2), 165–172.
- HEJNOVÁ, E. (2011). Integrovaná výuka přírodovědných předmětů na základních školách v českých zemích – minulost a současnost. *Scientia in educatione*. 2(2), 77–90. ISSN 1804-7106.
- HESOVÁ, A. (2011). Integrace ve výuce. *Metodický portál RVP* [online]. [cit. 2018-08-23]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/o/z/12039/INTEGRACE-VE-VYUCE.html>
- LEPIL, O. (2006). Integrovaný model přírodovědného vzdělávání. *Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání: Úvodní studie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, s. 61–66. ISBN 80-244-1258-6.
- Nařízení vlády (2017). *Nařízení vlády ze dne 25. září 2017 o platových poměrech zaměstnanců ve veřejných službách a správě*. [online]. [cit. 2017-10-26]. Dostupné z: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=340/2017&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy.Předpis 341/2017
- PAPÁČEK, M. (2010). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa?. *Scientia in educatione*. 1(1), 33–49.
- PODROUŽEK, L. (2002). *Integrovaná výuka na základní škole v teorii a praxi*. Plzeň: Fraus, Zkušenosti, nápady, inspirace.
- PRŮCHA, J. (2017) *Moderní pedagogika*. Šesté, aktualizované a doplněné vydání. Praha: Portál.

- PRŮCHA, J., MAREŠ, J. & WALTEROVÁ, E. (2003). *Pedagogický slovník*. 4. aktualiz. vyd. Praha: Portál.
- RVP ZV (2016). kol. autorů. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. Praha, [cit. 2018-07-29].
Dostupné z: http://www.nuv.cz/uploads/RVP_ZV_2016.pdf
- SEZEMSKÁ, K. & HYBELBAUEROVÁ, S. (2017). Aktuální témata v chemii a biologii a jejich výuka na středních školách. In: *D. Kričfaluši. Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie*. Sborník z mezinárodní konference konané 22.–24. 5. 2017., (s. 323–331). Ostrava: Ostravská universita.
- SKALKOVÁ-PROCHÁZKOVÁ, J. (1962). Příspěvek k otázce mezipředmětových souvislostí. *Pedagogika*. (3), 316–325.
- ŠÍBA, M. (2009). *Integrace biologických poznatků do výuky chemie*. Praha. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta UK.
- ŠÍBA, M. (2013). *Integrovaná přírodovědná výuka a historie přírodních věd v chemickém vzdělávání*. Praha. Disertační práce. Přírodovědecká fakulta UK.
- ŠKODA, J. & DOULÍK, P. (2007). Jaké možnosti přináší RVP ZV pro přírodovědné vzdělávání?. In: *Člověk a příroda: první krok k integraci výuky přírodovědných předmětů: sborník příspěvků z mezinárodní elektronické konference*. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Pedagogická fakulta, s. 6–29.
- ŠKODA, J. & DOULÍK, P. (2009). Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*. 19(3), 24–44. ISSN 211-4669.
- TRNA, J. (2005). Nastává éra mezioborových didaktik?. *Pedagogická orientace*. (1), 89-97. ISSN 1211-4669.
- VLČEK, V. (1981). Současné tendence v integrovaném vyučování přírodních věd. *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*. 26(5), 288–292.