



Didaktika - Člověk a příroda A CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000665

Která jsou klíčová, kritická a dynamická místa počáteční výuky chemie v České republice?

JIŘÍ RYCHTERA, MARTIN BÍLEK, IVETA BÁRTOVÁ, KATEŘINA CHROUSTOVÁ, RADOVAN SLOUP, MILAN ŠMÍDL, VERONIKA MACHKOVÁ, JITKA ŠTROFOVÁ, KAREL KOLÁŘ, OLGA KESNEROVÁ ŘÁDKOVÁ



Abstrakt: V příspěvku jsou diskutovány možnosti a meze inovací počáteční výuky chemie v České republice v období současné kurikulární reformy. Zaměřujeme se zejména na obsah a kontext výuky chemie jako součásti vzdělávací oblasti „Člověk a příroda“. Jako východiska řešené problematiky byly využity jednak zkušenosti týmu řešitelů zabývajících se výukou chemie na základní škole a související přípravou učitelů a jednak analýza výsledků mezinárodního výzkumu TIMSS, kterého se Česká republika zúčastnila v roce 2007, a také aktuální tematická zpráva České školní inspekce, zabývající se rozvojem přírodovědné gramotnosti na základních a středních školách ve školním roce 2016/17. Metodika výzkumu je založena na rozhovorech s učiteli chemie a prvotní dílčí výsledky ukazují na problémy s nadměrným zatížením žáků a na nutnost inovace obsahu, který by měl vykazovat zejména silnější propojení s každodenním životem a měl by formovat přírodovědnou gramotnost.

Klíčová slova: počáteční výuka chemie, kritická místa kurikula, klíčová místa kurikula, dynamická místa kurikula, polostrukturovaný rozhovor, názory učitelů chemie, chemie ve výzkumu TIMSS.

RYCHTERA, J., BÍLEK, M., BÁRTOVÁ, I., CHROUSTOVÁ, K., SLOUP, R., ŠMÍDL, M., MACHKOVÁ, V., ŠTROFOVÁ, J., KOLÁŘ, K., KESNEROVÁ ŘÁDKOVÁ, O. 2018. Která jsou klíčová, kritická a dynamická místa počáteční výuky chemie v České republice? *Arnica* 8, 1, 35–44. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň. ISSN 1804-8366. Rukopis došel 3. 4. 2018; byl přijat po recenzi 1. 6. 2018.

Jiří Rychtera, Katedra chemie, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Veleslavínova 42, 306 14 Plzeň, Česká republika; e-mail: rychterj@kch.zcu.cz • Martin Bílek, děkanát Přírodovědecké fakulty, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové, Hradecká 1285, 500 03 Hradec Králové, Česká republika, e-mail: martin.bilek@uhk.cz • Iveta Bártová, Katedra anorganické chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc, Česká republika, e-mail: iveta.bartova@upol.cz • Kateřina Chroustová, Centrum biologie, geověd a envigogiky, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Klatovská 51, 301 00 Plzeň, Česká republika; e-mail: chroustk@cbg.zcu.cz • Radovan Sloup, Centrum biologie, geověd a envigogiky, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Klatovská 51, 301 00 Plzeň, Česká republika; e-mail: sloupdoktor@centrum.cz • Milan Šmídl, Katedra chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, České mládeže 8, 400 01 Ústí nad Labem, Česká republika; M.smidl@seznam.cz • Veronika Machková, Katedra chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové, Hradecká 1285, 500 03 Hradec Králové, Česká republika, e-mail: veronika.machkova@uhk.cz • Jitka Štrofová, Katedra chemie, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Veleslavínova 42, 306 14 Plzeň, Česká republika; e-mail: strofova@kch.zcu.cz • Karel Kolář, děkanát Přírodovědecké fakulty, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové, Hradecká 1285, 500 03 Hradec Králové, Česká republika, e-mail: karel.kolar@uhk.cz • Olga Kesnerová Řádková, Katedra pedagogiky a psychologie, Pedagogická fakulta, Univerzita Hradec Králové, Hradecká 1227, 500 03 Hradec Králové, Česká republika, e-mail: olga.radkova@uhk.cz

■ Úvod

V době probíhající kurikulární reformy v České republice vzniká nová šance pokusit se zvýšit zájem žáků o přírodovědnou výuku, o výběr dalšího studia a povolání v oblasti přírodních věd a technologie. Je možné detekovat několik linií pro inovace přírodovědné výuky v uvedeném smyslu, jako jsou:

- zájem žáků o přírodní vědy a jejich výuku (O co se zájímám?; Co se chci učit?; Co budu potřebovat?) – některé odpovědi na tyto otázky lze nalézt např. v analýze výsledků mezinárodní srovnávací studie ROSE (Relevance of Science Education; např. Bílek 2005),
- kontext výuky (ideál – „školní věda“, aplikační kontext, společenský kontext, osobnostní kontext),
- obsah výuky (standardy; rámcové a školní vzdělávací programy; tradice; nová témata),

- kompetence (klíčové kompetence; „scientific literacy“; přírodovědné činnosti).

Současný, spíše instruktivistický, přístup k výuce ve školách je charakterizován dominantním postavením učitele, receptivní pasivitou žáků. Vědecké poznatky jsou často předávány ve formě, která téměř vylučuje jejich pozdější aplikaci a využití. Žáci neumějí své znalosti použít v konkrétních situacích, protože nedovedou rozpoznat jejich vztah ke skutečnosti. Nedokáží své abstraktní poznatky přenést do reálné situace. Cílem učitele musí být vytváření obsahově bohatého, komunikativního, prostředí, které osloví subjektivní oblast zkušeností a současně obsahuje nové hádanky, které zvou ke kreativní samoorientaci. Umění učitele spočívá v tom, že předvidá řetězec návazností mezi původní konstrukcí skutečnosti u žáka a vědeckými

poznatky, které žák pojímá jako stav očekávaného rozporu a řeší a překonává cestou pokusů a omylů. Středem zájmu je tedy individuum se subjektivním rozsahem znalostí a zkušeností (Bílek & Klečková 2006).

V rámci projektu z Operačního programu Věda, výzkum, vzdělávání (OP VVV) s názvem „Didaktika: Člověk a příroda A“, který se ve spolupráci didaktiků přírodních věd a pedagogů ze čtyř akademických pracovišť (ZČU, UHK, UPOL a UJEP) a učitelů z praxe zaměřuje na identifikaci klíčových, kritických a dynamických míst přírodovědného kurikula na druhém stupni základní školy, vznikla platforma s cílem řešit výše popsanou situaci také v počátečním chemickém vzdělávání.

■ Čeští žáci základní školy a počáteční výuka chemie v mezinárodním i národním srovnání

Jedním z východisek pro nastavení designu našich výzkumných šetření byla analýza srovnání výsledků českých žáků v mezinárodním výzkumu TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study), který proběhl v roce 2007. Z hlediska výuky přírodovědných předmětů ukázalo toto šetření řadu zajímavých výsledků. U žáků čtvrtých i osmých ročníků nedošlo oproti předchozímu testování ke zlepšení výsledků, lepší byli pouze žáci progresivních asijských zemí (Singapur, Tchaj-wan, Japonsko, Korejská republika). Výsledky rovněž ukázaly, že v testovaných předmětech (biologie, vědy o Zemi, chemie a fyzika) se žáci příliš neliší a nelze tedy považovat jeden z předmětů za výrazně obtížnější. Čeští žáci dosáhli průměrné úspěšnosti 49,9 %, což je výsledek významně vyšší než průměrná úspěšnost ostatních zemí. Jako problematické se ale ukázaly úlohy, které vyžadují u žáků samostatnou tvorbu odpovědi. Naopak žáci byli úspěšnější v úlohách umožňující výběr odpovědi. Ačkoliv byli čeští žáci ve srovnání s mezinárodním průměrem téměř ve všech operacích výrazně lepší, je nutné se dále více zaměřovat na formování kompetence formulovat závěry a stanoviska. Pro to je však nezbytná vyšší úroveň osvojených poznatků a nutnost formulovat srozumitelně své myšlenky s použitím příslušné odborné terminologie. Podle náročnosti operací pak žáci vykazovali v chemii na rozdíl od fyziky nižší úspěšnost při řešení úloh vyžadujících uvažování a nejhorší výsledky při řešení úloh vyžadujících aplikaci poznatků. Jako vysvětlení se nabízí fakt, že pro uvažování je nezbytné osvojení vědomostí na úrovni analýzy a syntézy a tzv. nespecifický transfer, který u žáků osmých ročníků nemusí být ještě dostatečně rozvinutý (Tomášek a kol. 2009).

V České republice se do výzkumu TIMSS v roce 2007 zapojili žáci 8. ročníků základních škol a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií, celkem více než devět tisíc žáků z 291 škol. Ve výzkumu byly úlohy rozděleny do tří

oblastí: prokazování znalostí, používání znalostí (aplikace) a uvažování. První oblast přírodovědných znalostí zahrnuje znalost důležitých faktů, postupů a pojmů. Druhá oblast, používání znalostí, se soustředí na schopnost žáků aplikovat příslušné znalosti, zejména odborné pojmy při řešení úloh. Třetí oblast, uvažování, přesahuje řešení rutinních úloh a týká se neznámých situací, složitých souvislostí a úloh, jejichž řešení vyžaduje provedení několika kroků (Tomášek a kol. 2009). Jednotlivé úlohy byly děleny na úlohy s výběrem odpovědi a na úlohy s otevřenou odpovědí. Výsledky jednotlivých zemí jsou v oficiálních publikacích TIMSS prezentovány dvěma způsoby (Mandíková, Houfková a kol. 2011). Je zavedena prezentace pomocí skóre (počet bodů) na škále celkové a dílčí pro jednotlivé oblasti učiva a znalosti. Druhým způsobem prezentace výsledků žáků jsou čtyři vědomostní úrovně, každá je určena minimálním počtem bodů, které musí žák dané úrovně dosáhnout. Výsledky zemí jsou pak vyjádřeny jako procentuální zastoupení žáků jednotlivých zemí na jednotlivých vědomostních úrovních. Pro nalezení konkrétních příčin neúspěchu žáků může být vhodná analýza informací typu: procenta žáků, kteří jednotlivé úlohy zvládli, kteří některou otázku vůbec nezkusili řešit nebo kteří volili typickou špatnou odpověď. Zajímavé je zjištění, které otázky byly pro žáky problémovější než pro většinu jejich vrstevníků v zemích, které se výzkumu zúčastnily, což může naznačovat rozdíly v obsahu a pojetí jednotlivých školních předmětů (Mandíková, Houfková a kol. 2011).

Celkový výsledek českých žáků osmého ročníku byl v mezinárodním srovnávání TIMSS v roce 2007 nadprůměrný. V České republice bylo v 8. ročníku na dvou nejvyšších vědomostních úrovních více než 40 % žáků, čímž byla ČR zařazena mezi nejlépeší evropské země. V rámci výzkumu TIMSS byli čeští žáci 8. ročníků testováni v letech 1995, 1999 a 2007. V roce 1995 dosáhli čeští žáci v přírodních vědách výborného výsledku, lepší byli jen žáci Singapuru. Do roku 1999 se výsledky českých žáků zhoršily – zhoršení patřilo mezi druhé největší ze zemí zapojených do obou šetření, nicméně nebylo statisticky významné. Od roku 1999 do roku 2007 již k dalšímu zhoršení českých žáků nedošlo. Navíc se výsledky českých žáků v jednotlivých předmětech, jak už bylo výše uvedeno, výrazně nelišily.

Chemie je pro žáky 8. ročníku na většině českých škol novým předmětem. Ačkoliv žáci v chemii navazují na předchozí znalosti získané z přírodovědy, fyziky a matematiky, chemie jim přináší řadu nových poznatků. Jejich osvojení činí žákům potíže a chemie se obvykle spolu s fyzikou stává nejméně oblíbeným předmětem (viz např. Höffer & Svoboda 2005). Čeští žáci 8. ročníků dosáhli v chemii průměrné úspěšnosti 49,9 %, což je výsledek srovnatelný s jejich výsledky i v dalších vyučovaných předmětech. Průměrná úspěšnost v ostatních zemích byla výrazně

nižší, a to 36,6 %. Znatelně lepšího výsledku dosáhli jen žáci z Tchaj-wanu, Singapuru a Japonska. Srovnatelného výsledku pak žáci ze Slovinska, Maďarska, Jižní Koreje, Ruska a Anglie. V případě řešení úloh s tvorbou odpovědi ale dosahovali čeští žáci horších výsledků než v případě řešení úloh s výběrem odpovědi. Jako obtížné pro žáky se jeví formulace vlastní odpovědi, zejména pokud jde o vysvětlení pozorovaného jevu. Příčinou je potřeba osvojení vyšší úrovně poznatků u žáka, nutnost formulovat své myšlenky jasně a na potřebné úrovni své stanovisko obhájit. Celkem 13,7 % českých žáků se ani nepokoušelo řešit úlohy s tvorbou odpovědi, průměrné procento žáků v ostatních zemích, kteří neřešili úlohy s tvorbou odpovědi, je ale ještě vyšší (pohybuje se mezi 18–19 %). Pokud jde o sledování intelektuálních dovedností, čeští žáci uspěli o něco lépe v úlohách vyžadujících prokazování znalostí, oproti úlohám zaměřenými na používání znalostí a uvažování. Žáci z České republiky, ale také z ostatních zemí, byli nejméně úspěšní v úlohách vyžadujících uvažování. Komplexnost myšlenkové operace uvažování, která vyžaduje osvojení vědomostí na úrovni analýzy a syntézy, může činit potíže žákům i proto, že jde o předmět, se kterým se setkávají nově až v 8. ročníku. Čeští chlapci byli úspěšnější v řešení úloh vyžadujících prokazování znalostí. Oproti tomu dívky v řešení úloh vyžadujících uvažování. Úspěšnost dívek roste také u ostatních zemí u úloh v závislosti na náročnosti myšlenkových operací. Tento fakt bude podmíněn rozvojem abstraktního myšlení, jelikož uvažování vyžaduje vyšší míru abstrakce, než prokazování znalostí.

Úlohy z chemie jsou v TIMSS vztahy ke třem hlavním tematickým celkům: třídění a složení látek, vlastnosti látek a chemické reakce. Učivo prvních dvou tematických celků navazuje na učivo fyziky, učivo tematického celku chemické reakce je pro žáky nové, a vzhledem k požadavkům na vysoké abstraktní myšlení, také velice obtížné. Ale průměrná úspěšnost českých žáků v úlohách z jednotlivých tematických celků byla vyšší než průměrná úspěšnost žáků z ostatních zemí. Úloh s chemickým zaměřením bylo v testech TIMSS 2007 celkem 41 (Tomášek a kol. 2009). Pouze ve čtyřech z nich dosáhli žáci ČR horších průměrných výsledků, než byl průměr ostatních zemí (průměrný rozdíl pouze 3,5 %). Úspěšnost českých žáků při řešení zbývajících 37 úloh byla průměrně o 15,6 % vyšší než u ostatních zemí jako celku. Celkem 21 úloh ze 41 řešili čeští žáci s úspěšností větší než 50 % a pouze 5 úloh s úspěšností menší než 25 %. Pokud jde o úroveň myšlenkových operací – dvě z těchto úloh byly zaměřeny na aplikaci znalostí, dvě na uvažování a jedna na prokazování znalostí, vždy se jednalo o úlohy s tvorbou odpovědi. Podívejme se nyní na jednotlivé tematické celky z chemie podrobně.

Chemické reakce. Jde o tematický celek s nejnižší průměrnou úspěšností jak u českých, tak zahraničních žáků.

Chemickou symboliku vnímají žáci jako typický vědecký pojem, ale bez konkrétního podkladu. To často vede k mechanickému učení bez pochopení podstaty věci. Žáci preferují povrchový a utilitaristický styl učení před hloubkovým stylem učení (Honigsfeld & Dunn 2003). Celek „Chemické reakce“ obsahoval 16 úloh, z nichž šest bylo uvolněno pro veřejnost. Nízkou úspěšnost (30,8 %) čeští žáci vykazovali u úlohy, kde měli rozhodnout, která z uvedených možností není chemickou změnou (mezinárodní úspěšnost 40,5 %). Dokonce 48,7 % žáků nepokládá za chemický děj „tlení rostlin“, žáci si pod tímto označením pravděpodobně nedovedou představit komplex chemických reakcí, což jistě souvisí s tím, že se úloha týká učiva, které v doporučeném českém kurikulu spadá až do 9. ročníku. Druhá úloha se týkala problému, který plyn může způsobit vznik rzi na plechovce. Úlohu úspěšně řešilo 37,7 % českých žáků. Nejčastější chybnou odpovědí (40,4 %) byla volba vodíku. Jde o plyn, o kterém se v hodinách chemie často mluví, provádějí se s ním různé pokusy, včetně výbuchu zapálené směsi vodíku s kyslíkem v plechovce, a který tedy mají žáci silně v podvědomí. U ostatních čtyř uvolněných úloh byli čeští žáci výrazně úspěšnější, než žáci ze zahraničních škol (Mandíková, Houfková a kol. 2011).

Třídění a složení látek. Tematický celek obsahoval 22 úloh, z nichž sedm bylo uvolněno. Nejméně úspěšnou úlohou jako celek (ze všech 41 úloh) byla komplexní úloha zaměřená na zjištění hustoty obsahu plechovky Coca-Coly. Úloha je svým zadáním velmi složitá na pochopení, vychází z experimentu a vyžaduje formulace vlastních odpovědí. U ostatních úloh měli čeští žáci v porovnání se žáky ze zahraničí výrazně lepší úspěšnost (Mandíková, Houfková a kol. 2011).

Vlastnosti látek. Jde o tematický celek s nejvyšší průměrnou úspěšností řešení úloh v ČR i ostatních zemích. Tematický celek obsahoval sedm úloh, z nichž tři byly uvolněny. Čeští žáci úspěšně (46,1 %) řešili otázku, co se stane s molekulami cukru, když se cukr rozpustí ve vodě. Nicméně, nejčastěji volenou variantou (48,0 % žáků) byla varianta, že se molekuly cukru sloučí s vodou a vzniknou nové chemické prvky. Žáci tak zaměňují chemický děj za děj fyzikální. Z hlediska mezinárodního průměru třetí nejobtížnější chemická úloha se týkala způsobu dělení látek ze směsi na základě jejich vlastností. Úspěšnost řešení u českých žáků dosahovala pouze 17,8 %. Těto problematice je věnována při výuce chemie pozornost i v řadě procvičovací úloh, nicméně zadání této úlohy bylo velmi obtížné, neboť vyžadovalo komplexní postup dělení více složek ze směsi. O náročnosti úlohy vypovídá také to, že 36,9 % českých žáků tuto úlohu ani neřešilo. Poslední uvolněná úloha, kterou čeští žáci řešili s úspěšností 84,1 % (mezinárodní průměr 61,2 %) se týkala výběru kyselého roztoku z uvedených možností (Mandíková, Houfková a kol. 2011).

Zatímco uvedené výsledky výzkumu TIMSS z roku 2007 hovořily vesměs pozitivně o úrovni znalostí českých žáků v přírodních vědách, a zejména v chemii, tematická zpráva České školní inspekce z ledna 2018 mapující rozvoj přírodovědné gramotnosti na základních a středních školách ve školním roce 2016/17 (Pavlas *et al.* 2018), není až tak optimistická. Šetření probíhalo u žáků 9. ročníků základních škol a odpovídajících víceletých gymnázií (celkem 197 škol) a u žáků 3. ročníků středních škol (celkem 231 škol). Testovalo se elektronicky v kombinaci s dotazníkem a přímou hospitační činností. Průměrná úspěšnost žáků 9. ročníků byla 62 %. Otázky byly stejně jako u výzkumu TIMSS zaměřeny spíše na úlohy sledující porozumění a aplikaci vědomostí. Výsledky testu jsou jednoznačně ovlivněny také organizačními formami a vyučovacími metodami, se kterými se žáci setkávají. Ve školách s nadprůměrnými výsledky byl zaznamenán vyšší výskyt samostatné práce žáků a individualizované výuky, problémové výuky, rozhovoru nebo práce s textem než ve školách s horšími výsledky. Rovněž výuka s častějším výskytem experimentů, analyzováním dat a pozorováním přispívá k rozvoji přírodovědné gramotnosti a vede tak k vyšší průměrné úspěšnosti. Učitelé v souvisejícím dotazníkovém šetření uváděli jako nejproblematictější aspekty současné kurikulární reformy (RVP – ŠVP) neúměrnou předimenzovanost obsahu (15 %), malou srozumitelnost popisu některých výstupů (12 %), nerozčlenění témat a výstupů do jednotlivých ročníků (12 %) a nepřiměřenou náročnost některých výstupů pro žáky (11 %). Jako možnosti pro zlepšení navrhují učitelé potřebu změny přístupu žáků k předmětu, lepší materiální vybavení pro výuku a zvýšení hodinové dotace (Pavlas *et al.* 2018).

■ Identifikace klíčových, kritických a dynamických míst počáteční výuky chemie

Naše výzkumná šetření se zaměřují na identifikaci klíčových (pro danou úroveň podstatných), kritických (z hlediska schopností a výsledků žáků problematických) a dynamických (aktuálních z hlediska rozvoje vědy a technologií) míst výuky chemie na druhém stupni základní školy prostřednictvím budování společenství praxe tvořeného učiteli a vzdělavateli učitelů. V rámci projektu jsou učitelé a oboroví didaktici zapojeni do následujících aktivit:

- identifikování klíčových a kritických (problematických) míst kurikula a provedení jejich klasifikace z hlediska významu v paradigmatu oboru (klíčová místa kurikula a vazba na klíčové koncepty), z hlediska jejich náročnosti pro žáky (kritická místa kurikula) a z hlediska aktuálního rozvoje oboru (dynamická místa kurikula),
- vymezení metodických postupů a strategií (až na úroveň učebních úloh) pro výuku problémových (kritických) míst kurikula,

- optimalizování a ověřování navržených postupů prostřednictvím akčního výzkumu, na kterém se budou v převážné míře podílet učitelé společenství praxe v součinnosti s pracovníky vybraných Science center a oborových didaktiků zainteresovaných univerzit,
- diskuse závěrů z akčního výzkumu a tvorba doporučení pro případnou globální publikaci navržených postupů i metodiky a v možné míře i úpravu kurikulárních dokumentů.

■ Nastavení výzkumného designu

Za hlavní výzkumnou metodu k identifikaci klíčových, kritických a dynamických míst kurikula chemie na základní škole byly zvoleny polostrukturované rozhovory s učiteli a komparace jejich výsledků s analýzou předmětného kurikula v relevantních vzdělávacích domácích i zahraničních dokumentech (viz výše). Položky polostrukturovaného rozhovoru se zaměřují na identifikaci konkrétních podmínek práce učitele, na jeho názory na obsah a kontext výuky a na další související aspekty jako jsou používané učebnice, vybavení laboratoří a odborných učeben, možností spolupráce s mimoškolní sférou apod. Výzkumný vzorek v rámci celého projektu, tedy přes všechny čtyři přírodovědné obory tvoří celkem 123 učitelů ze 74 základních škol a vzdělavatelé učitelů ze čtyř partnerských univerzit a dvou Science Center. Výzkumný vzorek zaměřený na počáteční výuku chemie představuje v současnosti 40 učitelů ze základních škol a 9 vzdělavatelů učitelů, tedy oborových didaktiků ze spolupracujících vysokých škol. Souvisejícím cílem řešeného projektu je také „hledání cesty k popularizaci přírodovědných disciplín“, v našem případě chemie. Tento cíl prostupuje všechny tři součásti (složky) vlastního výzkumu, tj. identifikace klíčových, kritických a dynamických částí kurikula chemie na základní škole (s ohledem na očekávané výsledky vzdělávacího procesu), výběr pilotních témat pro zpracování inovativních výukových modulů včetně vhodných vzdělávacích strategií a hodnocení jejich efektivity prostřednictvím akčního výzkumu aplikovaného v pedagogické praxi zapojených učitelů.

Výzkumná etapa řešení projektu, tedy identifikace klíčových, kritických a dynamických míst počáteční výuky chemie začala realizací polostrukturovaných rozhovorů s učiteli. Realizace této etapy zahrnuje následující kroky:

- a) výběr výzkumného vzorku tj. učitelů chemie ze škol zapojených do projektu prostřednictvím spolupracujících univerzit, vyučujících chemii podle aktuálního školního vzdělávacího programu, představujícího vztažný výukový obsah, včetně podmínek výuky jako jsou používané učebnice a prostředí, ve kterém je jejich výuka chemie realizována,
- b) příprava otázek a metodiky realizace polostrukturovaného rozhovoru za účelem zabezpečení relevantnosti

a sjednocení získaných souborů dat vzhledem k účasti čtyř univerzit realizujících výzkum. Výzkumný nástroj byl připravený na bázi formulace výzkumných otázek s respektováním principu cirkulárního charakteru kvalitativního výzkumu, tj. výzkumník při vedení rozhovoru doplňuje vymezené otázky o další, které nepatřily mezi původně formulované, ale významně doplňují získávané soubory dat,

c) přepis rozhovorů a jejich zpracování jednak metodou obsahové analýzy a postupně i hlubším rozbořením zaměřeným na vazby a souvislosti mezi různými formami kurikula (předepsané, realizované, skryté atd.).

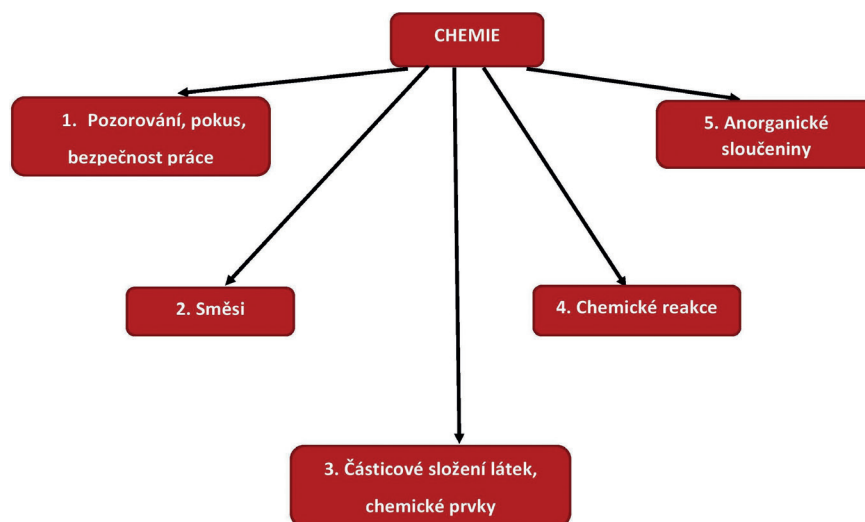
Základním cílem rozhovorů s učiteli tedy bylo vytipování kritických, klíčových a dynamických míst počátečního kurikula chemie. Předpokládalo se, že respondent v rámci rozhovoru využije svoje poznatky z pedagogické praxe, tj. bude vycházet ze zkušeností získaných v práci se žáky.

Žádoucí zde byla zejména učitelova interpretace motivace a úspěšnosti žáků. V případě kritického učiva proto nemělo jít o vlastní názor učitele na vzdělávací obsah, který jemu osobně činí nějaké problémy. Pokud bychom toto připustili, degradovali bychom jeho odbornostní úroveň a připouštěli jeho neschopnost vyrovnat se s prezentací učiva, jež by uváděl jako kritické z pohledu své demotivace nebo nekompetence, i když ho má následně zvládnout žák odpovídající věkové kategorie.

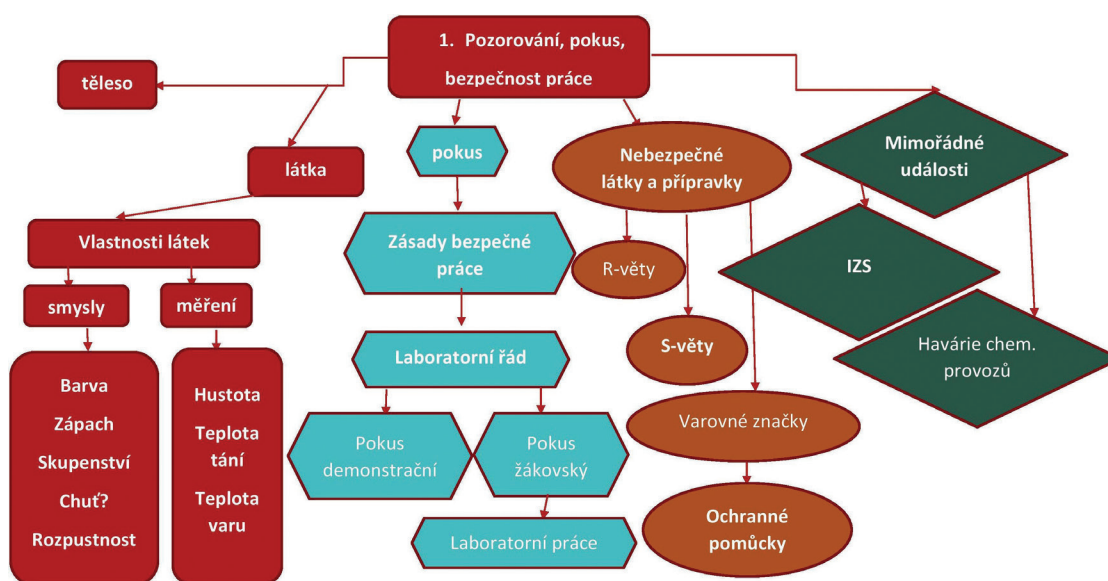
Pod pojmem „kritická“ místa kurikula zde tedy rozumíme takové učivo, „kde žáci často selhávají, resp.

nezvládnají jej v takové míře, aby se jejich tvořivé využívání produktivně vyvíjelo“ (Rendl *et al.* 2013). Za „klíčová“ místa kurikula považujeme učivo z hlediska struktury paradigmatu daného oboru za základní. Na tato témata navazují další a tvoří v některých případech i principiální základy oboru. Mohou často souviset i s dalšími přírodovědnými disciplínami. „Dynamická“ místa kurikula jsou potom aktuální poznatky oboru zařazované většinou ad-hoc do výuky, a to jak na základě rozhodnutí učitele, tak na základě přání žáků.

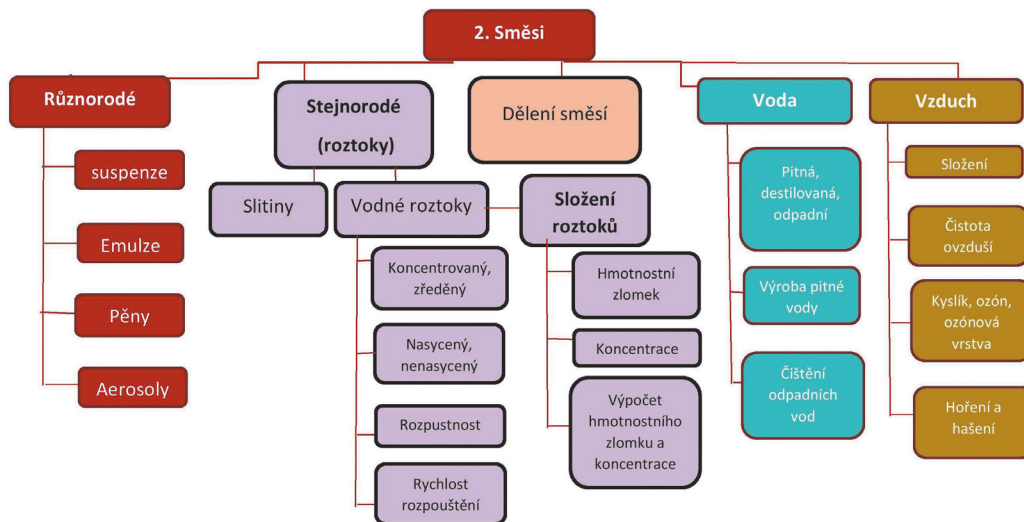
Z hlediska obsahu učiva jsme při nastavování výzkumného designu vycházeli z doporučeného učiva pro první rok (tradičně je to 8. ročník) výuky chemie v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (*Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* 2017), jehož tematické celky je možné zobrazit v následujících schématech (obr. 1–6).



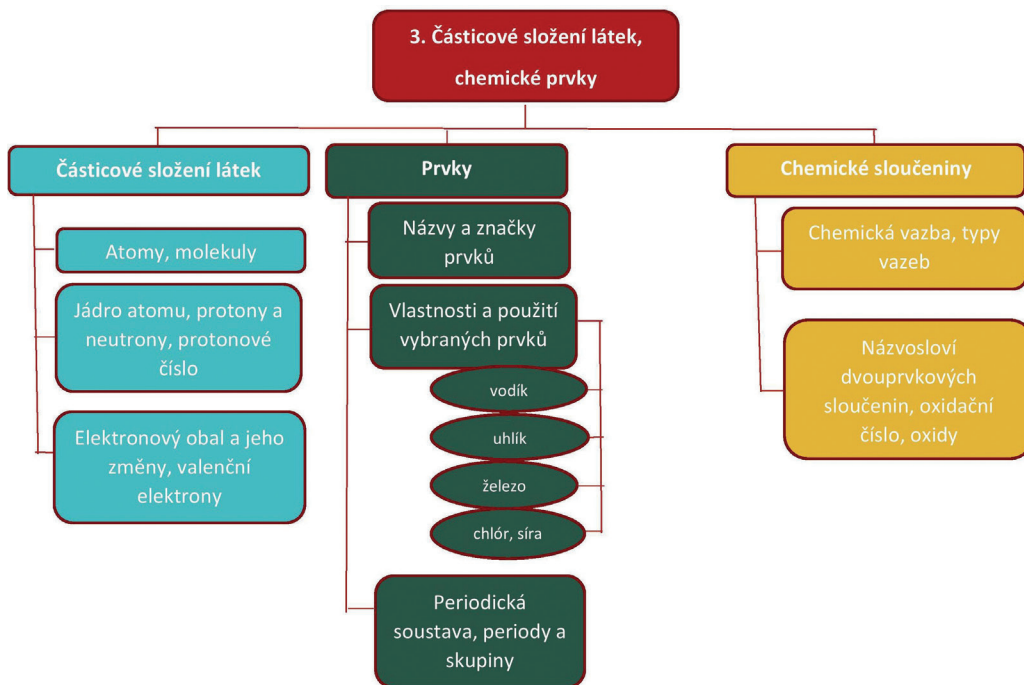
Obr. 1. Základní tematické celky počáteční výuky chemie dle RVP ZV.



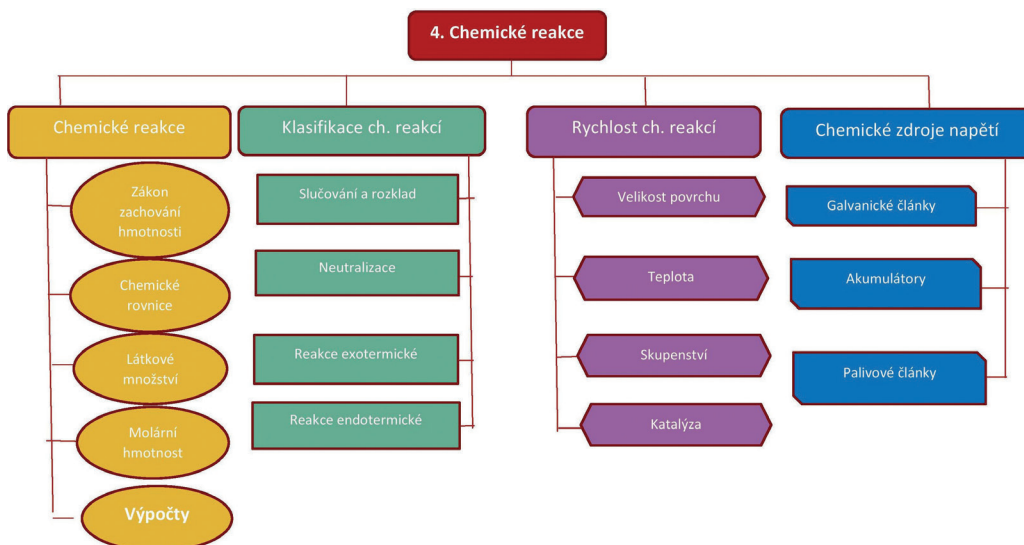
Obr. 2. Struktura učiva v tematickém celku *Pozorování, pokus, bezpečnost práce*.



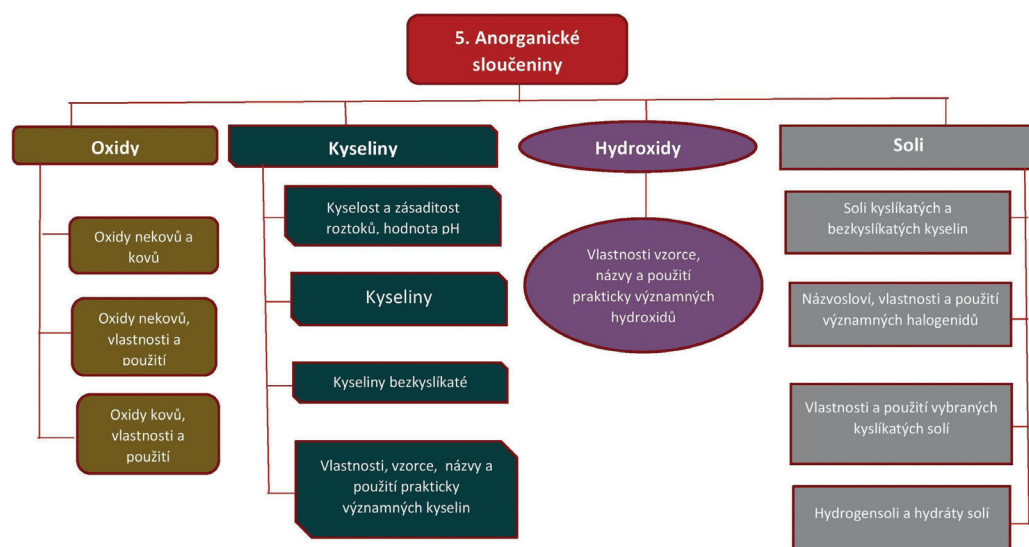
Obr. 3. Struktura učiva v tematickém celku *Směsi*.



Obr. 4. Struktura učiva v tematickém celku *Částicové složení látek, chemické prvky*.



Obr. 5. Struktura učiva v tematickém celku *Chemické reakce*.



Obr. 6. Struktura učiva v tematickém celku *Anorganické sloučeniny*.

Pro realizaci výzkumu byl připraven polostrukturovaný rozhovor s výtípanými základními oblastmi, v nichž očekáváme zásadní přínos učitelů k naplnění cílů projektu. Šlo tedy o předem formulované otázky použitého

výzkumného nástroje – polostrukturovaného rozhovoru a metodiku jeho využití v interakci „výzkumník/tazatel – učitel“ – viz následující text v rámečku.

Polostrukturovaný rozhovor – chemie (manuál pro tazatele)

Před zahájením rozhovoru si, prosím, přečtete celý text tohoto manuálu. Části textu psané kurzívou jsou jen pro potřebu výzkumu a zpracování dat z rozhovorů, ty tazatel v rozhovoru nepoužije.

Základní výzkumná otázka: Která jsou z pohledu učitele klíčová a kritická místa kurikula chemie v prvním ročníku její výuky na základní škole?

Úvodní vstup do rozhovoru, text pro navození atmosféry (text reprodukovat respondentovi volně, nejlépe vlastními slovy)

Dobrý den, v našem projektu Didaktika – Člověk a příroda A se zaměřujeme na identifikaci klíčových a kritických míst či témat v počátečním přírodovědném vzdělávání. Žáci se na rozdíl od fyziky a přírodopisu většinou setkávají s chemií až v osmém ročníku základní školy. Toto sice tradiční, ale poněkud pozdní zařazení bývá odůvodňováno jejími vysokými nároky na rozvinuté abstraktní myšlení. Často se uvádí, že je chemie žáky vnímána jako obtížná a zpravidla u nich nebývá příliš oblíbená. Tyto skutečnosti silně ovlivňují jejich schopnost osvojit si doporučené učivo a dosáhnout očekávaných výstupů.

Proto bychom chtěli s pomocí Vašich znalostí a zkušeností hledat a nalézt tzv. klíčová místa či témata (tj. témata, bez kterých se počáteční výuka chemie nemůže obejít) a kritická místa či témata (tj. témata, která žáci ve výuce chemie nezvládají nebo zvládají jen s obtížemi) v počáteční fázi výuky chemie na základní škole. Následně pak, společně s Vámi, navrhnout možné změny obsahu učiva, které by hrály větší roli v posilování pozitivního vztahu žáků k chemii společně s tím, aby ze základní školy odcházeli s odpovídajícími znalostmi, využitelnými jak v každodenním životě a tak i v dalším studiu.

Tučně jsou uvedeny otázky, které určitě v příslušné posloupnosti položte, ostatní doporučené otázky pod tučně zvýrazněným textem použijte jen v případě potřeby doplnění odpovědi, pro rozvinutí rozhovoru a pro zabezpečení sdílné atmosféry při diskusi s respondentem.

Jaký prostor má chemie na Vaší základní škole?

V kterých ročnících se chemie na Vaší škole vyučuje? Jaký rozsah má chemie v učebním plánu? Je na Vaší škole učivo chemie obsaženo i v jiných předmětech? Přemýšleli jste na škole při tvorbě školního vzdělávacího programu např. o integrované přírodovědě jako samostatném předmětu i na druhém stupni ZŠ, jejíž součástí by byla chemie?

Kterou učebnici chemie na Vaší základní škole využíváte?

Jaké přednosti má Vámi používaná učebnice chemie, co Vám v ní naopak chybí nebo byste v ní upravili? Je struktura učebnice v souladu se strukturou učiva Vašeho školního vzdělávacího programu? Používali byste raději jinou učebnici, ale tato je z nějakých důvodů (např. finančních) na škole dlouhodobě využívána? Používáte např.

k přípravě na vyučování i jinou učebnici chemie? Kterou? Používáte k přípravě na hodiny chemie i v jejich průběhu i jiné zdroje informací (odborná literatura, digitální zdroje apod.)?

Jaké jsou u Vás podmínky po výuku chemie?

Máte na škole odbornou učebnu chemie? Jaké máte podmínky pro experimentování? Jak máte vybavený kabinet chemie? Máte dostatečné spektrum chemikálií, laboratorního nádobí, přístrojů apod.? Jaké podmínky máte pro realizaci laboratorních cvičení? Je na Vaší škole chemie podporována v rámci zájmové činnosti?

Jak hodnotíte současný systém tvorby obsahu učiva chemie prostřednictvím RVP a ŠVP?

Jste sám/a tvůrcem nebo jste se podílel/a na chemické části ŠVP? Upravujete po skončení školního roku ŠVP, zejména když zjistíte, že některé partie učiva žáci obtížně zvládají? Souhlasili byste s výukou chemie bez tradiční struktury, a pokud byste měli možnost, tak sestavili tematický plán jen z „vysoce motivující“ tematiky? Zdá se Vám vhodné, aby si každá škola či učitel vytvářel sám obsah učiva chemie, který bude vyučovat?

Které učivo považujete za „klíčové“ a domníváte se, že bez něj nelze výuku chemie na základní škole efektivně realizovat?

Patří mezi klíčové učivo chemie na ZŠ tematika o stavbě atomu? Je nutné v úrovni ZŠ používat chemické názvosloví a vyjadřování dějů chemickými rovnicemi včetně jejich vyčíslování? Vnímáte jako nezbytné vyučování všech doporučených variant stechiometrických výpočtů (složení roztoků, výpočty ze vzorce, výpočty z rovnic)? Jeví se Vám odpovídající myšlenkové úrovni žáků základní školy učivo o chemické vazbě? Které z doporučených tematických celků pro výuku chemie v RVP nepovažujete za klíčové? (je třeba mít s sebou při rozhovoru tematické celky doporučené pro výuku chemie v RVP ZV). Jsou mezi nimi takové, které žáci obtížně zvládají a ztrácejí tak motivaci k učení resp. vztah k chemii jako oboru i učebnímu předmětu?

Které učivo chemie na ZŠ považujete za „kritické“, tedy učivo, „kde žáci často selhávají, resp. ho nevládají“?

Které učivo způsobuje ztrátu motivace k učení, resp. působí negativně na vztah žáků k chemii i k chemii jako učebnímu předmětu? Jeví se Vám některé učivo tohoto typu ve vašem ŠVP zbytečné? Jak Vaši žáci zvládají tvorbu a využívání chemického názvosloví? Jak Vaši žáci zvládají chemické výpočty? Které dělají největší problémy? Jak Vaši žáci zvládají zápis chemických reakcí chemickými rovnicemi? Dělá jim problémy vyčíslování chemických rovnic? Mají Vaši žáci problémy s pochopením redoxních dějů? S kterými dalšími tématy či pojmy mají Vaši žáci problémy?

Uved'te chemickou tematiku, která by žáky mohla zaujmout a nevyučuje se? Proč jste ji na Vaší škole do ŠVP nezařadil/a?

Jeví se vám vhodné zařazovat do výuky chemie na základní škole nejnovější vědecké poznatky? Např. nanotechnologie, palivové články, superabsorbenty, nové či relativně nové sloučeniny jako jsou např. fulleren, grafen aj.

Děkuji Vám za všechny Vaše odpovědi a na závěr mi, prosím, řekněte ještě něco o sobě.

Jakého zaměření je Vaše vysokoškolské vzdělání? Jak dlouho vyučujete na základní škole? Vyučoval/a jste i na jiném stupni školského systému? Kolik hodin chemie týdně vyučujete? Které další předměty vyučujete? Chtěl/a byste ještě něco doplnit nebo se na něco zeptat?

Další doporučení pro tazatele:

Jedním z hlavních úkolů je rozvinout rozhovor pomocí doplňujících otázek (nespokojit se s odpověďmi typu ano/ne nebo s příliš strohou odpovědí, ale pokusit se „rozmluvit“ respondenta).

Zabezpečit ze strany tazajícího i dotazovaného hlasitý a jasný projev tak, aby byly získané audio materiály dobře zpracovatelné.

Rozhovor musí být zaznamenán ve formě audio záznamu! Nestačí jen zápis poznámek během rozhovoru tazatelem.

Rozhovor může být zaznamenán i jinými technickými prostředky, kterými tazatel disponuje (nejen záznamové zařízení pořízené z projektu) s předpokladem výstupu ve standardním audio formátu (nejlépe mp3).

Záznamy rozhovorů ve standardním formátu nemusí tazatel sám přepisovat, odevzdá je k přepisu a dalšímu zpracování vedoucímu oborového týmu. Případně iniciativě přepsat audio záznam vlastními silami manuálně se nebráníme (tazatel ale doloží vedoucímu oborového týmu jak soubor s audio záznamem tak i textový soubor jeho přepisu).

Doporučená délka trvání rozhovoru je cca 20–30 min.

Rozhovory jsou anonymní, všechny soubory tedy neoznačujte jmény ale kódy, jejichž identifikaci si uložte pro případné další využití při porovnávání získaných materiálů.

■ Závěry pro další kroky řešení projektu

Výzkumný projekt je v oblasti výuky chemie v současné době ve stadiu ukončení realizace polostrukturovaných rozhovorů s učiteli a zpracovávání jejich obsahové analýzy. Rozhovory ukázaly jako klíčové zejména následující oblasti:

1. Rozdílné názory učitelů na efektivitu výuky podle školního vzdělávacího programu, vytvořeného školou na základě hlavních linií kurikulární dokumentů, a dřívějšího přístupu podle přesně vymezených hesel v učebních osnovách. Vše včetně souvislosti s frekvencí úprav školního vzdělávacího programu po skončení školního roku, zejména po zjištění, že žáci některé partie učiva obtížně zvládají.
2. Identifikace učiva považovaného za „klíčové“ s názory na jeho nepostradatelnost v počáteční výuce oboru. Komparace klíčového učiva s učivem, které žáci obtížně zvládají a ztrácejí tak motivaci k učení resp. vztah k chemii jako vědeckému oboru i vyučovanému předmětu.
3. Identifikace „kritického“ učiva v počáteční výuce chemie, tedy učiva, „kde žáci často selhávají, resp. jej nezvládají“ a výskyt témat, které učitelé považují ve svém školním vzdělávacím programu za zbytečné.
4. Identifikace chemické tematiky, která by podle názoru učitelů žáky zaujala, ale do výuky se zatím z důvodu limitovaného obsahu nezařazuje.
5. Diskuse učitelů o obsahu počáteční výuky chemie bez tradiční oborové struktury a sestavení tematického plánu hlavně na základě motivačního potenciálu vyučovaných témat.

Prvotní výsledky, které vycházejí z analýzy rozhovorů s učiteli, ukazují na potvrzení předpokládaných kritických oblastí počátečního chemického kurikula, kterými jsou především chemické výpočty, chemické reakce, chemické názvosloví a odborná komunikace. Podrobná obsahová analýza rozhovorů bude k dispozici v dalších publikacích včetně návrhu inovativních výukových materiálů.

Další aktivity v řešení projektu, který má ambice výrazně přispět k inovaci výuky přírodovědných předmětů včetně chemie na základní škole v České republice, by měly po dokončení analýzy identifikovaných klíčových, dynamických a zejména kritických míst počátečního chemického kurikula postupně sledovat nastavený harmonogram. Tím je příprava výukových modulů zaměřených na inovaci výuky zejména v tématech průniku kritického a klíčového místa kurikula a jejich evaluace prostřednictvím akčního výzkumu.

První kroky řešení projektu tak naznačují cestu správným směrem, a to jak při identifikaci problémů v obsahu

učiva, tak při budování tzv. společenství praxe, tedy úzké spolupráce učitelů z praxe a oborových didaktiků – vzdělavatelů učitelů (v případě naší projektové oborové skupiny zejména chemie).

■ Literatura

- BÍLEK, M. 2005. Why to Learn Science and Technology?: Selected Results of the International ROSE Project, 11–14. In MECHLOVÁ, E. (ed.) *Information and Communication Technology in Education – Proceedings*. – University of Ostrava, Ostrava.
- BÍLEK, M. & KLEČKOVÁ, M. 2006. K možnostem inovace výuky chemie na základní škole v době kurikulární reformy, 13–16. In KRIČFALUŠI, D. (ed.) *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie*. – Přírodovědecká fakulta, Ostravská Univerzita, Ostrava.
- HÖFFER, G. & SVOBODA, E. 2005. Některé výsledky celostátního výzkumu: Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky, 52–70. In RAUNER, K. (ed.) *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2, Rámcové vzdělávací programy: sborník z konference*. – Západočeská univerzita, Plzeň.
- HONIGSFELD, A. & DUNN, R. 2003. High School Male and Female Learning-Style Similarities and Differences in Diverse Nations. – *Journal of Educational Research* 96(4): 195–206.
- MANDÍKOVÁ, D., HOUFKOVÁ, J. a kol. 2011. *Přírodovědné úlohy pro druhý stupeň základního vzdělávání*. – ÚIV, Praha. 111s.
- MENTLIK, P. a kol. 2016. *Didaktika: Člověk a příroda A – návrh projektu OP VVV*. – Západočeská univerzita, Plzeň. 24s.
- PAVLAS, T., SUCHOMEL, P., NOVOSÁK, J. & ZATLOUKAL, T. 2018. *Rozvoj přírodovědné gramotnosti na základních a středních školách ve školním roce 2016/17: Tematická zpráva ČŠI*. – Česká školní inspekce, Praha. 34s.
- Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, 2017* [online]. Praha: MŠMT [cit. 5. 2. 2018]. 165s. – Dostupné na WWW: <<http://www.msmt.cz/file/43792/>>.
- RENDL, M. & VONDRŮVÁ, N. a kol. 2013. *Kritická místa matematiky na základní škole očima učitelů*. – Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova, Praha. 358s.
- TOMÁŠEK, V. a kol. 2009. *Výzkum TIMSS. 2007: Úlohy z přírodních věd pro 8. ročník*. – ÚIV, Praha. 130s.

■ Poděkování

Text vznikl s finanční podporou projektu OP VVV „Didaktika: Člověk a příroda A“, registrační číslo MS2014 CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000665.

E English summary

What are the Key, Critical and Dynamic Points of Early Chemistry Curriculum in the Czech Republic?

In the contribution are discussed possibilities and limits of the early chemistry curriculum innovation in the Czech Republic at time of actually curricular reform. Example of chemistry subject matter in educational content and context is focused. The project team member's experience with chemistry education and teacher's preparation was using for starting points as well as analysis of results from international research TIMSS (2007) and current report of Czech School Inspection focused on science literacy development at secondary schools in school year 2016/17. Methodology of research is based on interview with chemistry teachers and first results present problems with cognition overload of the pupils and necessity to improve content more connected with everyday life and forming of science literacy.

Key words: early chemistry education, critical points of curriculum, key points of curriculum, dynamic points of curriculum, semi-structured interview, chemistry teacher's opinions, chemistry in TIMSS study.

Figures

Fig. 1. Basic thematic units of early Chemistry education according the Framework Education Programme for Elementary Education.

Fig. 2. Curriculum structure in the thematic unit "Observation, experiment, safety of work".

Fig. 3. Curriculum structure in the thematic unit "Mixtures".

Fig. 4. Curriculum structure in the thematic unit "Particle composition of substances, chemical elements".

Fig. 5. Curriculum structure in the thematic unit "Chemical reactions".

Fig. 6. Curriculum structure in the thematic unit "Inorganic compounds".