

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

**Kurikulum pro výuku chemie jako všeobecně
vzdělávacího předmětu:
výzkumná zjištění a implikace pro praxi**

Habilitační práce
(soubor publikovaných vědeckých prací)

PhDr. Martin Rusek, Ph.D.

Praha, 2021

Poděkování

Na tomto místě chci vyjádřit vděčnost všem, kteří mi pomohli se rozvíjet a podporovali mě na cestě za další významnou kótou mé akademické dráhy.

Obsah

Předmluva.....	1
1. Úvod k přehledu publikovaných textů.....	3
1.1. Vymezení používaných pojmů.....	3
1.2. Výuka chemie podle RVP	4
1.3. Cíle výuky chemie.....	5
1.4. Standardy pro základní vzdělávání chemie a Metodické komentáře	9
2. Cíle práce.....	11
3. Obsah výuky základů chemie	12
3.1. Analýza vývoje a pojetí státního kurikula.....	12
3.2. Analýza učebnic chemie pro ZŠ.....	18
4. Realizace výuky chemie a její dílčí výsledky.....	29
4.1. Dosahování kognitivních a afektivních cílů výuky chemie	30
4.2. Experimentální činnosti ve výuce chemie.....	39
5. Závěr a implikace	53
6. Přílohy	58
6.1. Seznam komentovaných prací.....	58
6.2. Reprinty komentovaných prací	60
7. Použitá literatura.....	81

Předmluva

Předkládaná habilitační práce je komentovaným souborem výzkumných prací přinášejících vhled do problematiky kurikula pro výuku chemie jako všeobecně vzdělávacího předmětu. Kurikulum je v této práci pojímáno jako soubor předepsaných znalostí, schopností, dovedností žáků, jejich postojů a hodnot (kurikulum *zamýšlené*), dále jako kurikulum uchopené učiteli a zprostředkované žákům (kurikulum *realizované*), a také kurikulum žáky přijaté (kurikulum *osvojené*).

Svým zaměřením se tato práce řadí mezi nejčastěji řešená témata výzkumu v didaktice přírodovědných oborů (*Science education research – SER*) i ve výzkumu v didaktice chemie (*Chemistry education research – CER*). To dokládají výsledky přehledových studií výzkumných trendů v daných oborech jak v oblasti SER (Lin et al., 2018), tak i CER (Teo et al., 2014). V citovaných přehledových studiích mapujících výzkumné trendy v oborových didaktikách autoři mezi nejčastěji řešenými uvádějí oblasti *teaching a learning* (v obou podobách, tj. *students' and teachers' conception & conceptual change i classroom contexts & learner characteristics*) (viz Lin et al., 2018; Teo et al., 2014). Závažnost těchto témat pro obor dokládá i fakt, že největší evropská organizace sdružující výzkumníky v didaktice přírodovědných oborů ESERA (European Science Education Research Association) i ECRICE (European Conference on Research in Chemistry Education) je pravidelně zařazuje jako strandy svých konferencí. Relevantnost tématu i pro české podmínky dále dokládá vymezení oboru didaktiky chemie Čtrnáctovou a Bílkem (2015, pp., s. 200)

Motivací pro řešení této problematiky byl dále fakt, že jí ve srovnání s jinými zeměmi nebyla dosud v ČR věnována komplexnější pozornost a jedná se spíše o dílčí výstupy jednotlivých autorů. Výsledkem tohoto stavu může být revize národního kurikula bez jasných, výzkumem podložených východisek, navíc odděleně pro jednotlivé stupně vzdělávání. To může působit další oddalování školního obsahu oboru chemie od skutečně řešených témat v rámci oboru a v neposlední řadě i legitimizovat několik dekád přetrvávající pojetí výuky poplatné již překonaným paradigmatům (Johnstone, 2010).

Konkrétně v oboru chemie pak současné trendy zdůrazňují především rozvoj přírodovědné gramotnosti žáků, blíže pak rozvoj přírodovědného myšlení, porozumění povaze chemie (*Nature of Chemistry*), schopnost navrhovat, provádět a vyhodnocovat chemický experiment a v neposlední řadě utváření pozitivních postojů k chemii jako disciplíně i potenciálnímu oboru studia či dokonce kariérnímu směru. Bez dostatečné opory ve výzkumu může jen stěží dojít k výraznějšímu posunu. Výuka chemie by tak nadále mohla

být vystavena kritice za svou povahu prakticistního zbožíznavství, zaměřeného na abstraktní obsah operující se symboly bez efektu na porozumění a propojení informací žáky.

Příkladem nutnosti věnovat se tématu kurikula se stala tzv. „malá revize“ Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP ZV) z ledna roku 2021. Reakce široké veřejnosti sice na jednu stranu ukázala zájem učitelů, akademiků i odborných skupin (včetně České společnosti chemické) o podobu kurikula základní školy, na druhou stranu se ale odhalilo poměrně hluboké nepochopení učitelů i dalších zainteresovaných aktérů funkcí kurikula, když škrty na úrovni očekávaných výstupů považují za závazné i pro školní kurikulum, redukci učiva za nařízenou apod.

Texty zařazené do tohoto komentovaného souboru prací mapují vybrané aspekty současného stavu a mají ambici poskytnout teoretická východiska pro navrhované změny v oblasti kurikula chemie jako všeobecně vzdělávacího předmětu. Ty mohou sloužit jako základ diskuse s konzervativnějšími stoupenci tradičního pojetí kurikula nebo jako podložené příklady dobré praxe.

V úvodu práce je představena problematika kurikula pro chemii jako všeobecně vzdělávacího předmětu v kontextu přírodovědného vzdělávání. V dalších kapitolách práce jsou pak zařazeny jednotlivé studie zaměřené na:

- I. předpis obsahu a pojetí výuky chemie jako všeobecně vzdělávacího předmětu, jeho proměny a dopad na vzdělávání,
- II. proces a podmínky výuky chemie se zvláštním důrazem na chemický pokus,
- III. dílčí informace o výsledcích chemického vzdělávání v ČR.

V této práci je jako státní úroveň kurikula reflektovaná verze RVP ZV z roku 2017, přestože v době dokončování práce existovala již verze revidovaná. Ta však kontroverzním pojetím provedení a nedostatečnou transparentností vzbudila řadu pochybností. Zároveň všechny komentované výzkumy probíhaly v době platnosti dřívější verze.

Pro snazší orientaci mezi citovanými zdroji a samotnými komentovanými texty jsou při první zmínce použity poznámky pod čarou označující komentované texty. Ty jsou vždy představeny z hlediska uvedení do kontextu, metodologie, výsledků a závěrů včetně návaznosti na další práce. Reprinty komentovaných textů jsou pak zařazeny na konci práce.

V závěru práce jsou shrnuty výsledky jednotlivých výzkumů i implikace, které práce přináší ať pro výuku chemie či revize jejího kurikula.

1. Úvod k přehledu publikovaných textů

1.1. Vymezení používaných pojmů

Termín *kurikulum* pochází z latinského *curriculum* (běh, závodní dráha nebo vůz), ovšem v přeneseném slova smyslu značí cestu po plánované trase, případně posun po ní. Z pedagogického hlediska je kurikulum možné vnímat jako: vzdělávací projekt nebo plán, průběh studia a jeho obsah, nebo obsah zkušenosti, kterou žáci získávají ve škole a v činnostech vztahujících se ke škole (Průcha et al., 2009).

Tento termín se v našem kontextu začal objevovat až po roce 1989 v souvislosti s nově zaváděnými vzdělávacími standardy (Průcha, 2002; Walterová, 1994). Z hlediska jednotlivých typů kurikula, tato práce vychází ze členění kurikula dle IEA (*International Association for the Evaluation of Educational Achievement*):

- I. zamýšlené kurikulum (*intended curriculum*, plánované);
 - a. ideální (vize nebo základní filosofie)
 - b. formální/psané (záměry specifikované v kurikulárních dokumentech).
- II. realizované kurikulum (*implemented curriculum*) a
 - a. vnímané (tak, jak (si) jej vykládají učitelé)
 - b. operační/funkční („kurikulum v akci“, tj. vlastní proces učení a vyučování)
- III. dosažené kurikulum (*attained curriculum*)
 - a. zkušenostní (zážitky z učení vnímané žáky)
 - b. naučené (výstupy učení žáků) (viz Thijs & van den Akker, 2009).

Kurikulární dokumenty v České republice se podle Školského zákona ("Zákon č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon)," 2004) dělí na státní a školní úroveň. Státní úroveň vychází z Národního programu vzdělávání (tzv. Bílá kniha) a tvoří ji jednotlivé rámcové vzdělávací programy (RVP). Školní úroveň pak jednotlivé školní vzdělávací programy (ŠVP) vytvořené dle podmínek a profilace školy na základě RVP. Zvláštní roli zde, alespoň co se základního školství týče, sehrávají učebnice. Ty stojí tak na hranici mezi zamýšleným a realizovaným kurikulem právě skrze svou podobu potenciálně realizovaného kurikula – didakticky transformovaných (viz Shulman, 1986) oblastí daných oborů. Tato praxe je sledována jak v ČR (Maňák & Klapko, 2006), tak i v zahraničí (např. Chiappetta & Fillman, 2007).

1.2. Výuka chemie podle RVP

Z pohledu výuky chemie je zapotřebí rozlišovat dva hlavní směry: výuku chemie jako všeobecně vzdělávacího předmětu a výuku chemie coby předmětu odborné přípravy. První uvedený směr je uplatňován v RVP pro základní vzdělávání (RVP ZV), pro gymnázia (RVP G) a pro obory vzdělání středního odborného vzdělávání (RVP SOV) – obory M, L0 a H nepřírodovědného zaměření (viz Rusek, 2013b). Druhý směr pak sledují RVP SOV přírodovědně či přímo chemicky zaměřených oborů.

Tato práce je zaměřena právě na první z uvedených směrů – oblast, ve které se vzdělává největší množství žáků (všichni žáci základní školy + cca 90 % žáků středních škol (srov. Rusek, 2013b; Vojtěch & Paterová, 2016; Vojtěch & Štěpánek, 2020). Jak bude uvedeno dále, cílem vzdělávání v těchto stupních vzdělávání a oborech je rozvíjet klíčové kompetence žáků. Jednotlivé obory a jejich obsahy jsou vnímány jako nástroj k dosažení tohoto cíle.

Vzdělávací obor Chemie je v RVP ZV a RVP G zařazena do vzdělávací oblasti *Člověk a příroda*. V RVP SOV pro nechemicky zaměřené obory vzdělání je pak chemie coby vzdělávací obor *Chemické vzdělávání* zařazena do vzdělávací oblasti *Přírodovědné vzdělávání*. V základním vzdělávání je chemie v RVP ZV členěna do *tematických celků*:

- Pozorování, pokus a bezpečnost práce,
- Směsi,
- Částicové složení látek a chemické prvky,
- Chemické reakce,
- Anorganické sloučeniny,
- Organické sloučeniny a
- Chemie a společnost.

Každý tematický celek přitom zahrnuje doporučené učivo a závazné očekávané výstupy. Stran hodinové dotace RVP ZV udává pouze souhrnný počet vyučovacích hodin na celou vzdělávací oblast *Člověk a příroda* – 21, po tzv. „malých revizích“ 20 hodin týdně pro celé nižší sekundární vzdělávání. Zařazení výuky chemie do konkrétního ročníku i rozsah její výuky je tak na volbě škol. Typicky však jde o výuku ve dvou hodinách v 8. a dvou v 9. ročníku ZŠ (Vojtř & Rusek, 2021).

Oproti tomu chemie na středních školách (RVP G i RVP SOV) sleduje tradiční dělení oboru – dané RVP jsou pro vzdělávací obor členěny na:

- Obecnou chemii,
- Anorganickou chemii,
- Organickou chemii a
- Biochemii.

Oproti RVP ZV jsou v RVP G a RVP SOV závazné jak očekávané výstupy, tak učivo. RVP SOV navíc obsahuje ještě dvě varianty modulů (A a B) pojetí výuky chemie podle stupně samostatnosti a vazby na jiné moduly i nominální délku, tj. hodinovou dotaci. Převážná část RVP SOV pro nechemicky zaměřené obory sleduje jednodušší variantu B (Rusek, 2013b).

Obdobně jako RVP ZV, i RVP G a RVP SOV určují časovou dotaci na obor i zařazení do výuky poměrně obecně. V RVP G je určená minimální dotace 36 hodin týdně pro vzdělávací oblasti Člověk a příroda a Člověk a společnost. Předměty přírodovědné povahy přitom mají školy povinnost zařadit v 1. a 2. ročníku, ve 3. a 4. jsou již volitelné. Typickou praxí je vyučovat chemii ve dvou hodinách týdně od 1. do 3. ročníku. V RVP SOV je uveden jak minimální počet vyučovacích hodin za celou dobu vzdělání – 4 za týden, tak i celkový počet – 128 h. Typicky je tak chemie na nechemicky zaměřených oborech zakončených maturitou vyučována v prvním nebo prvním a druhém ročníku v rozsahu 2 h týdně. Na nechemicky zaměřených oborech zakončených výučním listem je typická hodinová dotace 1 h v prvním ročníku (Rusek, 2013b). Od toho se pak odvíjí rozsah i samotné pojetí výuky.

1.3. Cíle výuky chemie

RVP představují v ČR nejvyšší úroveň kurikula. Jako takové definují jak obsah vzdělávání, tak i jeho cíle. Ty jsou v jednotlivých RVP uvedeny na více místech: v charakteristice vzdělávací oblasti, pasáži věnované zaměření vzdělávací oblasti a následně v podobě očekávaných výstupů přímo v pasáži členěné do jednotlivých vzdělávacích oborů. Svou roli, nikoli už jako cíl hraje i v RVP ZV doporučené, ve zbylých RVP již povinné, učivo uvedené pod jednotlivými očekávanými výstupy.

V RVP ZV, RVP G a příslušných RVP SOV jsou cíle směřovány k rozvoji klíčových kompetencí prostřednictvím výuky v jednotlivých vzdělávacích oborech (školních předmětech) (*Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*, 2007; *Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání 23-52-H/01 Nástrojař*, 2007; *Rámcový vzdělávací program pro*

obor vzdělání 63-41-M/02 Obchodní akademie, 2007; Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, 2017).

RVP ZV (*Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*, 2017, s. 51, 52) uvádí pro vzdělávací oblast Člověk a příroda:

„Vzdělávání v dané vzdělávací oblasti směřuje k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí tím, že vede žáka k:

- zkoumání přírodních faktů a jejich souvislostí s využitím různých empirických metod poznávání (pozorování, měření, experiment) i různých metod racionálního uvažování,
- potřebě klást si otázky o průběhu a příčinách různých přírodních procesů, správně tyto otázky formulovat a hledat na ně adekvátní odpovědi,
- způsobu myšlení, které vyžaduje ověřování vyslovovaných domněnek o přírodních faktech více nezávislými způsoby,
- posuzování důležitosti, spolehlivosti a správnosti získaných přírodovědných dat pro potvrzení nebo vyvrácení vyslovovaných hypotéz či závěrů,
- zapojování do aktivit směřujících k šetrnému chování k přírodním systémům, ke svému zdraví i zdraví ostatních lidí,
- porozumění souvislostem mezi činnostmi lidí a stavem přírodního a životního prostředí,
- uvažování a jednání, která preferují co nejefektivnější využívání zdrojů energie v praxi, včetně co nejširšího využívání jejich obnovitelných zdrojů, zejména pak slunečního záření, větru, vody a biomasy,
- utváření dovedností vhodně se chovat při kontaktu s objekty či situacemi potenciálně či aktuálně ohrožujícími životy, zdraví, majetek nebo životní prostředí lidí.“

RVP G pak tyto cíle dále rozšiřuje na:

- „provádění soustavných a objektivních pozorování, měření a experimentů (především laboratorního rázu) podle vlastního či týmového plánu nebo projektu, k zpracování a interpretaci získaných dat a hledání souvislostí mezi nimi,
- tvorbě modelu přírodního objektu či procesu umožňujícího pro daný poznávací účel vhodně reprezentovat jejich podstatné rysy či zákonitosti,
- používání adekvátních matematických a grafických prostředků k vyjadřování přírodovědných vztahů a zákonů,
- využívání prostředků moderních technologií v průběhu přírodovědné poznávací činnosti,

- spolupráci na plánech či projektech přírodovědného poznávání a k poskytování dat či hypotéz získaných během výzkumu přírodních faktů ostatním lidem,
- předvídání průběhu studovaných přírodních procesů na základě znalosti obecných přírodovědných zákonů a specifických podmínek,
- předvídání možných dopadů praktických aktivit lidí na přírodní prostředí;
- ochraně životního prostředí, svého zdraví i zdraví ostatních lidí,
- využívání různých přírodních objektů a procesů pro plnohodnotné naplňování vlastního života při současném respektování jejich ochrany.“ (*Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*, 2007, s. 26, 27).

RVP SOV uvádí podobné cíle jako RVP G, avšak v redukované formě. Přidává však i afektivní cíle: „aby žáci získali:

- motivaci přispět k dodržování zásad udržitelného rozvoje v občanském životě i odborné pracovní činnosti,
- pozitivní postoj k přírodě,
- motivaci k celoživotnímu vzdělávání v přírodovědné oblasti.“ (*Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání 23-52-H/01 Nástrojař*, 2007, s. 26).

Cíle vzdělávacího oboru jsou pak konkrétně uvedeny ve formě očekávaných výstupů. Ty jsou pro chemii formulovány na konec vzdělávacího období, tj. konec 9. ročníku ZŠ, 3. nebo 4. ročníku SŠ. Využita jsou tzv. aktivní slovesa jako např.: *žák určí společné a rozdílné vlastnosti látek, vypočítá složení roztoků, připraví prakticky roztok daného složení nebo vysvětlí vznik kyselých dešťů, uvede jejich vliv na životní prostředí a uvede opatření, kterými jim lze předcházet* (*Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*, 2017), která evokují konkrétní činnosti, jichž mají být žáci v daném uzlovém bodě schopni.

Oproti ostatním vzdělávacím oblastem disponují obory ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda nespornou výhodou spočívající v možnosti rozvíjet kompetence žáků a dosahovat očekávaných výstupů prostřednictvím simulací způsobů získání poznatků, které se staly vzdělávacím obsahem – školními pokusy. Dochází tak k názorné ukázce vědecké práce i k transparentnímu předložení výsledků, v neposlední řadě dochází k aktivizaci žáků. Výše uvedené však platí pouze v případě, že je pokus správně vybrán i proveden. Ve všech státních kurikulárních dokumentech, v nichž je chemie zařazena jako předmět všeobecně vzdělávací povahy, je kladen důraz na experimentální složku výuky v charakteristikách vzdělávacích oblastí. RVP ZV například uvádí: „*Zvláště významné je, že při studiu přírody specifickými poznávacími metodami si žáci osvojují i důležité dovednosti. Jedná se*

především o rozvíjení dovednosti soustavně, objektivně a spolehlivě pozorovat, experimentovat a měřit, vytvářet a ověřovat hypotézy o podstatě pozorovaných přírodních jevů, analyzovat výsledky tohoto ověřování a vyvozovat z nich závěry.“ (Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, 2017, s. 51). RVP G v části Cílové zaměření vzdělávací oblasti uvádí cíl vzdělávání vedoucí žáka k: *„provádění soustavných a objektivních pozorování, měření a experimentů (především laboratorního rázu) podle vlastního či týmového plánu nebo projektu, k zpracování a interpretaci získaných dat a hledání souvislostí mezi nimi“* (Rámcový vzdělávací program pro gymnázia, 2007, s. 27). V případě nechemicky zaměřených RVP SOV je opět v charakteristice vzdělávací oblasti mezi cíli vzdělávání zmíněno, že *„Vyučování směřuje k tomu, aby žáci uměli: ...pozorovat a zkoumat přírodu, provádět experimenty a měření, zpracovávat a vyhodnocovat získané údaje“* (Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání 23-52-H/01 Nástrojař, 2007, s. 25). Je tedy zřejmý důraz na provádění experimentálních činností, jelikož těchto cílů nelze jinak dosáhnout. Jak bude uvedeno níže, školní realita je výrazně odlišná, a ani po více než 15 letech platnosti takto nastaveného kurikula se nedaří realizované kurikulum sladit s uvedenými cíli.

Zmíněné cíle sice po desetiletí existovaly odděleně, v posledních dvou desetiletích do nich ale výraznou měrou promlouvá i Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD) propagující jejich vyšší a smysluplnější propojení. Jako cíl přírodovědného vzdělávání OECD uvádí dosažení přírodovědné gramotnosti (PřG) (OECD, 2018). Tento koncept se do povědomí veřejnosti dostal především prostřednictvím šetření *Programme for International Students Assessment (PISA)*. Nicméně *„koncept přírodovědné gramotnosti (science literacy nebo scientific literacy) se v anglosaských zemích v odborné literatuře objevuje od 50. let 20. století. Zájem o tento koncept se postupně rozšířil také do dalších zemí a to zejména díky zmíněnému šetření PISA, ve kterém je přírodovědná gramotnost jednou ze zkoumaných gramotností (Dillon, 2009).“* (Janoušková et al., 2019, s. 94)¹. Vymezení PřG se však značně liší a v různých kontextech má odlišný význam, a to nejen v porovnání různých zemí, ale často i v rámci jednoho státu (Janoušková et al., 2019). V daném textu byla analyzována jednotlivá pojetí PřG v dokumentech koexistujících v ČR.

Pravděpodobně nejvýraznějším z hlediska cílové skupiny je vymezení PřG pro účely výzkumu PISA (viz např. Blažek & Příhodová, 2016; Palečková, 2007). Tehdejší Výzkumný ústav pedagogický vydal materiál směřovaný pro učitele (*Gramotnosti ve vzdělávání:*

¹ Janoušková, S., Žák, V., & Rusek, M. (2019). Koncept přírodovědné gramotnosti v České republice - analýza a porovnání. *Studia paedagogica*, 24(3), 93-109. <https://doi.org/10.5817/SP2019-3-4>

příručka pro učitele, 2011). Za účelem hodnocení PŘG Českou školní inspekcí (ČŠI) vznikla v rámci projektu Národní systém inspekčního hodnocení vzdělávací soustavy v České republice (NIQES) (ČŠI, 2015). S ohledem na efekt pro vzdělávací soustavu byly do analýzy zahrnuty i příslušné RVP.

Na základě provedené analýzy uvedených dokumentů vymezujících PŘG bylo možné konstatovat značný průnik analyzovaných definic PŘG. Ty shodně zahrnují: znalost a používání přírodovědných pojmů; znalost a používání vědeckých metod; reflexi vědecké práce a širší kontext přírodovědného poznání.

Z analýzy dále vyplynulo, že ačkoli termín PŘG není v RVP ZV explicitně uveden, charakteristika dané vzdělávací oblasti, ale i její cílové zaměření do značné míry korespondují s dalšími vymezeními PŘG, která jsou uvedena ve dvou výše citovaných českých dokumentech. Přestože tedy formálně RVP ZV (2017) s pojmem PŘG nepracuje, věcně je tomu naopak, a v některých směrech je zde pojem PŘG rozpracován dokonce podrobněji než v ostatních analyzovaných dokumentech (viz Janoušková et al., 2019, s. 102).

S oporou o provedenou analýzu je možné implementování PŘG do současného kurikula považovat realizovatelné bez větších obtíží či zavádění dalších novinek. Navíc RVP ZV obsahuje většinu prvků, které jsou součástí vymezení přírodovědné gramotnosti jak v dalších národních dokumentech, tak v dokumentu mezinárodním (Janoušková et al., 2019).

Z citované práce vyplynula následující doporučení:

- I. Explicitně zařadit termín přírodovědná gramotnost do RVP ZV za účelem plné legitimizace jeho sledování v dosaženém kurikulu;
- II. Obohatit pojem přírodovědné gramotnosti v RVP (na úrovni vzdělávací oblasti Člověk a příroda, její obecné části) o jeho souvislost se čtenářskou gramotností a využití informací z médií ve výuce (ke kritickému zacházení s nimi).

1.4. Standardy pro základní vzdělávání chemie a Metodické komentáře

V reakci na poměrně volně definované vzdělávací cíle a široce formulované očekávané výstupy v RVP ZV vznikl požadavek na tvorbu Standardů pro základní vzdělávání původně jako podklad pro testování České školní inspekce, tj. jako evaluační standard. Od tohoto pojetí se upustilo, a záštitu převzal Národní ústav pro vzdělávání. Takto pojaté standardy uvádějí vždy tematický okruh a k němu příslušející očekávané výstupy z RVP ZV. Ty jsou dále konkretizovány prostřednictvím několika *indikátorů*. Ke každému očekávanému výstupu (a indikátorům) je uvedena ilustrativní úloha sloužící k ověření splnění konkrétně nastaveného cílového a obsahového standardu (Janoušková et al., 2012). Dochází tak

k prolnutí standardů coby norem a standardů jakožto doporučení. Důraz je ale jasně kladen na normativní složku. V případě chemického vzdělávání šlo oproti matematice, českému jazyku a cizím jazykům pouze o nezávazná doporučení (Rusek, 2014b)².

Na Standardy základního vzdělávání pro výuku chemie navázaly v roce 2016 Metodické komentáře a úlohy ke Standardům pro základní vzdělávání – chemie (Holec & Rusek, 2016). Jedná se o materiál rozšiřující původní náměty indikátorových úloh dalšími, zpracovanými dle zadání Národního ústavu pro vzdělávání na třech úrovních: minimální, optimální a excelentní, a to podle komplexnosti a kognitivní náročnosti úloh. Vodítkem byla jak revidovaná Bloomova taxonomie (Anderson & Krathwohl, 2001), tak přímo pro hodnocení úloh vytvořená taxonomie Tollingerové (Tollingerová, 1986). Vznikly tak sady k ověření dosažení očekávaných výstupů vždy alespoň jedna ke každému tematickému celku v RVP ZV. Úlohy prošly procesem ověření, ve kterém byly několikakolově pilotovány (Koreneková, 2018; Tóthová, 2019; Vojíš, 2017). Nyní jsou k dispozici učitelům chemie s autorským doporučením k užití především jako úloh učebních.

² Rusek, M. (2014). Standardy základního vzdělávání pro výuku chemie. *Pedagogika*, 64(4), 422-428. https://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/?attachment_id=11106&edmc=11106

2. Cíle práce

Soubor komentovaných textů ze své podstaty míří na více cílů. Práce obsahuje přehled vybraných výsledků autorovy dosavadní činnosti ve výzkumu v didaktice chemie s přesahem do didaktiky přírodovědných oborů. Snahou je postupně provazovat jednotlivé výzkumy ve snaze mapovat edukační realitu výuky chemie, poskytovat komplexnější informace pro jednotlivé koncepční změny, a samozřejmě dostat českou didaktiku chemie na vyšší úroveň.

Společným hlavním cílem souboru komentovaných prací je předložit výsledky výzkumů zaměřených na funkce současného kurikula pro výuku chemie jako všeobecně vzdělávacího předmětu, zejména pak na jeho podoby, pojetí učiteli i vybrané výsledky chemického vzdělávání. Konkrétně je tento cíl rozpracován z pohledu:

I. *Vzdělávacího obsahu základů chemie* v podobě RVP i transformovaného v podobě učebnic

V tomto ohledu práce odráží výsledky dlouholeté činnosti v oblasti mapování zamýšleného kurikula, práce v odborných skupinách pro jeho revizi, a v neposlední řadě kontinuální výzkum na poli tzv. komerčního kurikula, tj. v oblasti učebnic udávajících do značné míry kurikulum realizované.

II. *Realizace výuky chemie, tj. zmapovaných přístupů a podmínek pro výuku chemie i vybraných výsledků chemického vzdělávání*

Tato část je věnovaná dílčím výsledkům sledování výstupů vzdělávání. Je podložena autorovou spoluprací s Národním ústavem pro vzdělávání, později Národním pedagogickým institutem ČR i Českou školní inspekcí v oblasti způsobů hodnocení efektivity národní vzdělávací soustavy. Speciálním zaměřením práce je v tomto ohledu prezentování kontinuálního výzkumu v oblasti úloh v posledních letech doplněných možností hodnocení a rozvíjení schopností žáků řešit problémové úlohy přírodovědného charakteru.

V neposlední řadě je pak pozornost věnována experimentální činnosti jakožto zásadní, přesto často absentující složce chemického vzdělávání.

3. Obsah výuky základů chemie

Na vzdělávací obsah lze nahlížet z různých úhlů. Jedná se jak o část filosofie vzdělávání/vyučování, tak o část představovanou kurikulárními dokumenty a/nebo materiály (viz výše). Obsah formují i jednotlivá paradigmatata vzdělávání (Škoda & Doulík, 2009b), která, alespoň co se výuky chemie týče, mnohdy ovlivňují pojetí výuky i dávno potom, co již pozbyla platnosti (srov. Johnstone, 2010).

V této práci je na zamýšlené kurikulum nahlíženo z pohledu studie mapující vývoj kurikula pro výuku chemie po roce 1989, komparativní analýzy kognitivní náročnosti vzdělávacích cílů a analýzy zařazeného učiva chemie v kurikulu v České republice, Finsku a Turecku. Výsledky jsou dále doplněny výzkumy v oblasti funkce, využívání i obsahu učebnic chemie.

3.1. Analýza vývoje a pojetí státního kurikula

Za účelem porozumění současnému stavu výuky chemie vznikl text mapující vývoj kurikula pro výuku chemie v České republice po roce 1989 (Vojíř & Rusek, 2020)³. Příspěvek volně navazoval na texty zaměřené na problematiku: historie a současnosti výuky chemie a školství a výuky chemie v ČR (Čtrnáctová & Banýr, 1997; Čtrnáctová & Zajíček, 2010). Více než 10 let však tato oblast nebyla didaktiky chemie sledována.

Komentovaný článek obsahuje výsledky přehledové analýzy jednotlivých vzdělávacích standardů od školského zákona z roku 1984, tj. posledního předrevolučního kurikula ("Zákon č. 29/1984 Sb., o soustavě základních a středních škol (školský zákon)," 1984), přes školský zákon z roku 1990 ("Zákon č. 522/1990 Sb., o soustavě základních a středních škol (školský zákon), ve znění zákona č. 171/1990 Sb.," 1990), Učební osnovy (*Učební osnovy základní školy*, 1991), Standard základního vzdělávání (1995) ("Standard základního vzdělávání," 1995) a na něj navazující tři vzdělávací programy: Základní škola (*Vzdělávací program Základní škola*, 1996), Obecná škola (*Vzdělávací program Obecná škola*, 1996) a Národní škola (*Vzdělávací program Národní škola*, 1997). Poslední analyzovanou podobou kurikula jsou RVP.

Mimo popisu pojetí daného kurikula co do definování výukových cílů, výukových metod nebo organizačních forem výuky analýza obsahuje i změny v učivu, jeho členění a

³ Vojíř, K., & Rusek, M. (2020). Vývoj kurikula chemie pro základní vzdělávání v České republice po roce 1989. *Chemické listy*, 114(5), 366-369. <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/3606/3552>

rozsahu. Významným rysem kurikula, z něhož v jisté míře stále vychází pojetí současného chemického kurikula (viz dále) byly konkrétní hodinové dotace na jednotlivé tematické celky včetně laboratorních prací. Například tématu Periodický zákon bylo vyčleněno 11 vyučovací hodiny, tématu Chemické reakce a slučovací poměry 16 hodin a jedna hodina laboratorních prací, tématu Roztoky 13 hodin a jedna hodina laboratorních prací. Ve světle výsledků kapitol této práce orientovaných jak na výsledky žáků, tak na pojetí experimentální činnosti je možno v rozvolněnosti hodinové dotace vidět jednu z příčin zjištěného nežádoucího stavu (žáci nedosáhli očekávaného výstupu k periodické tabulce prvků (Rusek & Tóthová, 2021; Tóthová et al., 2021), experimentální činnost na českých školách je poměrně zřídka (Rusek, Chroustová, et al., 2020)).

V neposlední řadě jsou k daným etapám vývoje kurikula uvedeny i příslušné učebnice chemie, které v návaznosti na dané kurikulum vznikly. Těm je pozornost věnována v samostatné kapitole této práce.

Mezi nejdůležitější závěry patří, že v důsledku ukončení přímého státního řízení publikování učebnic po roce 1990 došlo k v současnosti kritizovanému přechodu na tzv. komerční kurikulum. Kurikulum z r. 1991 přineslo rozvolnění v oblasti závaznosti jednotlivých částí kurikula, včetně pořadí jednotlivých tematických celků. Tato doba se vyznačovala hledáním nového paradigmatu pro výuku chemie (viz Škoda & Doulík, 2009b). Směr byl přitom udáván výhradně vznikajícími učebnicemi, tj. iniciativou nakladatelství/autorů bez přímého státního dohledu. V etapě po r. 1991 také vznikly v nakladatelství Fortuna učebnice Základy chemie 1 a 2 (Beneš et al., 1993a, 1993b), které doposud patří mezi čtyři na školách nejužívanější učebnice chemie (Vojíš & Rusek, 2021). Jejich vliv je o to větší, že doposud slouží jako vzor řazení témat i prezentace učiva, a to i učebnicím publikovaným po roce 2015 (Rusek, Vojíš, et al., 2020). Tím je jen posílena setrvačnost bez inovací kurikula – tzv. *curriculum time lag* (OECD, 2020) ve smyslu potenciálu jeho dalšího vývoje.

Standard základního vzdělávání z r. 1995 přinesl další rozvolnění v podobě tří vzdělávacích programů. Výuku chemie navíc ovlivnilo zařazení 9. ročníku základní školy, a tím i „mechanický“ posun výuky do 8. a 9. ročníku. Struktura učiva chemie vycházela z již citovaných učebnic Základy chemie, které tak udávaly jeho podobu. Z hlediska obsahu učiva došlo k redukci. Zatímco v předchozích osnovách bylo do 7. ročníku zařazeno názvosloví oxidů, halogenidů, hydroxidů, kyselin a solí a v 8. ročníku bylo upevňováno v rámci samostatného vzdělávacího celku, ve vzdělávacích programech let 1995 a 1996 byly již

zařazeny pouze základy chemického názvosloví oxidů a halogenidů. Názvosloví u dalších typů anorganických sloučenin bylo zařazeno pouze jako rozšiřující učivo.

Národní program vzdělávání z r. 2001 přinesl dvouúrovňový systém kurikula (RVP a ŠVP). Z pohledu výuky chemie je podstatný přechod na systém povinných očekávaných výstupů, přičemž učivo se stalo pouze doporučeným. Původní, jasně dané předměty byly přetransformovány do podoby vzdělávacích oborů již v kurikulu integrovaných do vzdělávacích oblastí. Tím na jedné straně vznikl prostor pro inovativní učitele, na druhé však pro mnohé nejasnosti, například, které jsou *základní faktory ovlivňující rozpouštění pevných látek* (CH-9-2-03) či které *deriváty uhlovodíků* jsou považovány za *vybrané* (CH-9-6-03) (*Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*, 2017).

Z pohledy podpory školní praxe je také významným vlivem fakt, že řada učebnic ztratila schvalovací doložky. Změna kurikula též vedla ke vzniku nových učebnic. Jejich pojetí bude dále rozpracováno níže.

Právě otevřené formulace očekávaných výstupů byly následně konkretizovány formou Standardů pro základní vzdělávání, což je možné chápat jako myšlenkový návrat k dříve platnému kurikulu pro ty učitele, kteří neadoptovali myšlenku RVP. Samotná realizace svým pojetím (pro chemii pouze doporučený dodatek k RVP, pouze ukázky indikátorových úloh apod.) našla spíše kritiku (Rusek, 2014b) nežli využití učiteli.

Autoři textu cílili na odbornou komunitu i začínající výzkumníky v dané oblasti, kterým mají výsledky tohoto příspěvku ambici poskytnout dostatečný přehled pro jejich výzkumné aktivity. Výsledky dále slouží jako výchozí bod pro výzkum využitelnosti jednotlivých řad učebnic chemie pro ZŠ. V neposlední řadě pak uvedené výsledky mohou sloužit autorům nových učebnic. Právě důkaz značného zatížení nových učebnic podobou (až dvacet let starého) předchozího kurikula je silným apelem na potřebu inovace jak v oblasti pojetí výuky, tak v oblasti samotného vzdělávacího obsahu – učiva chemie (Johnstone, 2010).

Vývoj kurikula s sebou nese i změny v oblasti akcentu na aktivitu žáků. Trend současného vzdělávání multidisciplinárního paradigmatu (Škoda & Doulik, 2009b) a stavění učícího se jedince do centra edukačního procesu, tzv. *student-centred learning* (viz např. Baeten et al., 2016) však stojí na kvalitě myšlenkových operací, na něž dané aktivity cílí.

Jádro kurikula obvykle obsahuje cíle a vzdělávací obsah (van den Akker, 2013, s. 11). Přestože je státní kurikulum pouhým východiskem, hluboké porozumění požadavkům kladeným na kognitivní operace žáků dává návod i pro další navazující typy kurikula (především realizované s dopadem na dosažené) a zlepšuje jejich návaznost (Lee et al., 2016). Jelikož je státní kurikulum vzorem pro školní kurikula, je opodstatněné se domnívat,

že úroveň požadavků na činnost žáků v RVP je impulzem pro školy zpracovávající svá ŠVP. To se pak promítá v samotném vyučování v podobě kvality aktivit (instrukcí), které učitelé zařazují za účelem dosahování stanovených cílů. Například nelze předpokládat, že státní kurikulum obsahující většinu vzdělávacích cílů v oblasti zapamatování či porozumění (Anderson & Krathwohl, 2001; Bloom, 1956) povede k masivnímu zařazování cílů mířících na vyšší myšlenkové operace ve školních kurikulech.

Úroveň požadovaných myšlenkových operací žáků tak, jak ji udává české kurikulum, však doposud nebyla mapována. V reakci na to vznikla komparativní analýza kurikula pro výuku chemie v Česku, Finsku a Turecku (Elmas et al., 2020)⁴. Pro analýzu byla zvolena revidovaná Bloomova taxonomie – RBT (Anderson & Krathwohl, 2001), a to především vzhledem k její etablovanosti pro tento typ studií (např. Lee et al., 2016; Lee et al., 2015). Zohledněny byly obě dimenze, tj. dimenze znalostní i dimenze kognitivních procesů. Z důvodu zaměření analýzy pouze na chemii bylo zvoleno kurikulum pro gymnázia (v Turecku v nižším sekundárním vzdělávání je chemie vyučována integrovaně s dalšími přírodovědnými obory). S ohledem na potřebu hodnotit *aktivní slovesa* byly analýze podrobeny očekávané výstupy státní úrovně kurikula. Přidanou informací je ještě rozsah a pojetí učiva. Výsledky přinášejí informace o pojetí výuky chemie i podobě kurikula.

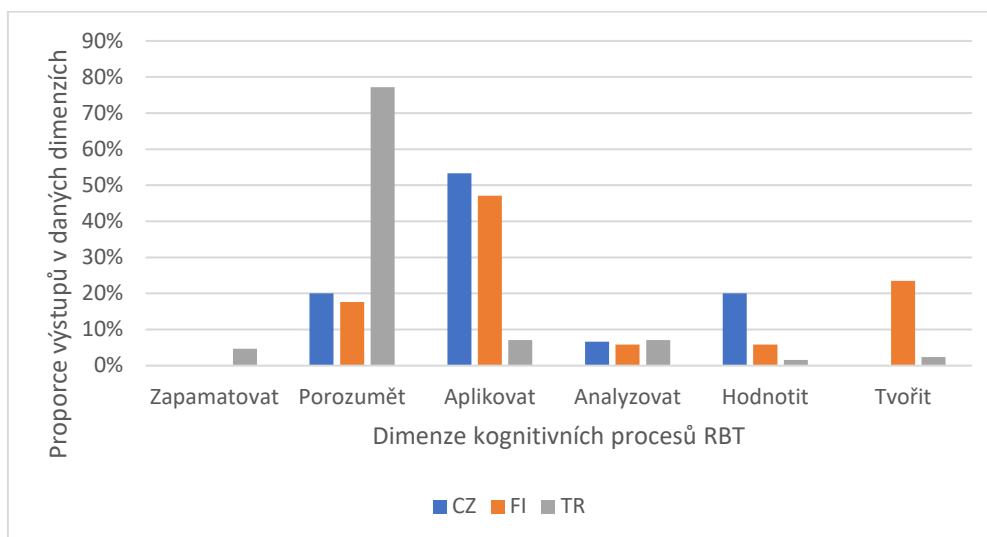
Turecké kurikulum je nejstrukturovanější ze tří analyzovaných. České a finské kurikulum je organizováno do tematických oblastí, zatímco turecké je rozděleno do jednotlivých let. Toto pojetí odpovídá dřívějším podobám kurikula v ČR (viz výše – Vojtř a Rusek (2020)). České kurikulum sleduje tradiční strukturu chemie, zatímco turecké a finské kurikulum spíše témata z reálného života. České kurikulum také prakticky nereflektuje novější poznatky z oboru, zatímco turecké a finské kurikulum v učivu obsahuje např. téma udržitelného rozvoje, nanotechnologií, alternativních zdrojů energie apod.

Pro účely této práce byly tabulky využité v původním textu (Elmas et al., 2020) rozděleny do dvou grafů (1 a 2). Z důvodu vysokého počtu očekávaných výstupů v tureckém kurikulu (127) jsou jednotlivé výstupy uvedené v procentech vztažených k danému kurikulu.

Počet výstupů koresponduje se strukturovaností, resp. otevřeností kurikula. Z grafu 1 a 2 vychází, že české ani finské kurikulum neobsahuje cíle orientované na zapamatování,

⁴ Elmas, R., Rusek, M., Lindell, A., Nieminen, P., Kasapoglu, K., & Bílek, M. (2020). The Intellectual Demands of the intended chemistry curriculum in Czechia, Finland, and Turkey: A comparative analysis based on the Revised Bloom's taxonomy. *Chemistry Education Research and Practice*, 21, 839-851. <https://doi.org/10.1039/D0RP00058B>

české kurikulum naopak neobsahuje žádný výstup v dimenzi tvorby (tvořit). Turecké kurikulum je silně orientováno na *porozumění*, české a finské na *aplikaci* poznatků.



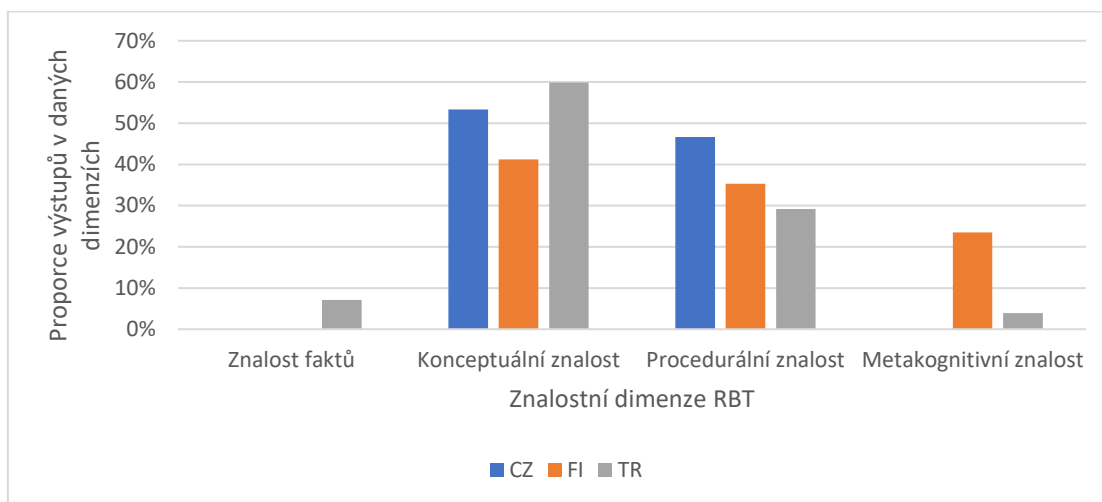
Graf 1 Srovnání kurikul Česka, Finska a Turecka podle počtů kurikulárních cílů v dimenzi kognitivních procesů

Z hlediska znalostní dimenze (Graf 2) české kurikulum obsahuje pouze výstupy cílící na konceptuální a procedurální znalosti. Turecké kurikulum obsahuje výstupy ve všech oblastech znalostní dimenze, avšak důraz je kladen na dimenzi konceptuální. Finské kurikulum cílí významně i na metakognitivní znalosti, zcela opomíjí znalost faktů.

Výsledky této studie mají potenciál podpořit tvůrce kurikula, ministerstvo školství, autory učebnic, učitele a obecně stakeholdery ve vzdělávacím systému. Pochopitelně mezi zamýšleným a dosaženým kurikulem probíhá řada procesů, které nejsou ve výzkumu zohledněny, a s výsledky výzkumu PISA je tak možné je interpretovat jen částečně. Na druhou stranu je to státní kurikulum, které udává trend ve vzdělávání. Absence cílů v určitých dimenzích (např. metakognitivních v případě Česka) je nechtěným impulzem pro školy tvořící svá školní kurikula – je pravděpodobné, že neexistují-li v RVP cíle mířící na vyšší myšlenkové operace, nebudou ani zařazeny v ŠVP jednotlivých škol.

Spolu s dalšími komparativními studii (např. Stratilová Urválková et al., 2019), poskytuje tento výzkum ucelený obraz pojetí českého zamýšleného kurikula pro výuku chemie a nabízí možná východiska pro jeho revize. Podle již zmíněných výsledků (Son & Kim, 2015), dle kterých mají učitelé tendenci dělit pro žáky kognitivně náročnější cíle na více cílů kognitivně méně náročných, by stejný jev znamenal značnou ztrátu potenciálu RVP G. Řešením by mohlo být zvýšení počtu cílů za udržení jejich kognitivní náročnosti a jejich rovnoměrnější rozšíření na jednotlivé dimenze jak znalostní, tak kognitivních procesů. Zároveň se jeví jako důležité spolu se státním kurikulem nabídnout školám vzorová ŠVP

v několika variantách. Inovativní učitelé budou funkčnější ve variantě otevřeného kurikula, umožňujícího realizaci jejich nápadů. Jinou variantou může být přechod (návrat) k detailnějšímu kurikulu přesněji určujícím, co má učitel učit, tj. varianta, kterou někteří učitelé vítají (Lepik et al., 2015). Tím by byli vedeni především učitelé, kteří nestudovali učitelství chemie, učitelé méně aktivní, nebo učitelé, kteří nemají směrem k pojetí výuky chemie tak silnou vizi.



Graf 2 Srovnání kurikul Česka, Finska a Turecka podle počtů kurikulárních cílů ve znalostní dimenzi

Výše uvedeným textem rezonuje formativní funkce kurikula. Pro docílení skutečné inovace je však zapotřebí působit na kurikulum jako celek. Uvedenou analýzu (a případně komparaci) kognitivní náročnosti kurikulárních cílů je zapotřebí doplnit o stejnou analýzu RVP ZV. Teprve na základě tohoto poznání lze jednotlivé vzdělávací cíle upravovat tak, aby tvořily systém postupně rozvíjející žáky. Přechod mezi zamýšleným a realizovaným kurikulem však ještě ovlivňuje školní kurikulum (ŠVP). Současný systém, ve kterém učitelé sami zpracovávají vlastní část ŠVP, tak může být v této oblasti kontraproduktivní. Výše zmíněné varianty vzorových ŠVP by tak měly vzniknout pro základní i střední vzdělání, aby rozložení kurikulárních cílů na různých úrovních náročnosti udržovaly určité kontinuum. Zároveň se jeví jako vhodné doplnění stávajících očekávaných výstupů indikátory a úprava (pro střední školy tvorba) indikátorových úloh k jednotlivým očekávaným výstupům, které by měly potenciál sloužit jednak jako úlohy učební (Vojtř et al., 2017), jednak, po drobné úpravě (Rusek & Tóthová, 2021) jako úlohy sloužící k ověření dosažených výstupů žáky.

Tento návrh rezonuje i pracemi dalších výzkumníků ve světě (např. Chou, 2020; Johansson, 2006; Mullis et al., 2012; Shehab & BouJaoude, 2017), kteří realizaci uvedených konkretizací spatřují skrze pro praxi nejdůležitější prvek kurikula – učebnic. Jak uvádí Bakkenová (2019), mnoho učitelů považuje učebnice za povinný plán výuky. Jak bylo

uvedeno v předchozí kapitole, setrvačnost kurikula způsobují spolu s pomalu se měnícím postojem učitelů také učebnice (Vojír & Rusek, 2020). Bez úprav v této oblasti, tj. synchronizace revizí RVP ZV a RVP G/SOV, návaznosti vzorových ŠVP až do úrovně indikátorů a indikátorových úloh, a tvorby učebnic odpovídajících novému kurikulu, je reálné prosazení reformy méně pravděpodobné.

Dalším krokem ve snaze přinést podklad pro revize kurikula v uvedeném ohledu byla analýza učebnic chemie.

3.2. Analýza učebnic chemie pro ZŠ

Řada autorů (viz níže) uvádí, že učebnice mají zásadní vliv na cíle a pojetí výuky. Mimo v literatuře běžně uváděných rolí učebnic, např.: prezentace učiva či řízení učení a vyučování (viz např. Průcha, 1998) učebnice plní další funkce:

- pro řadu učitelů představují konkretizaci zamýšleného kurikula (Chiappetta & Fillman, 2007). Tím v podstatě plní funkci kurikulárního dokumentu (Maňák & Klapko, 2006).
- zdroj námětů, jak žákům předkládají učivo (Lepik et al., 2015; Mullis et al., 2012),
- hlavní zdroj informací pro obsah vyučovacích hodin (Chou, 2020; Johansson, 2006),
- zdroj podpůrné grafiky (Shehab & BouJaoude, 2017),
- pro některé učitele je učebnice zdrojem základních či rozšiřujících informací (*theoretical background knowledge* (Steenbrugge et al., 2013)),
- někteří učitelé považují obsah učebnice za povinný plán (Bakken, 2019). (Sikorová (2010) uvádí výsledky výzkumu, v němž pouze 55 % učitelů uvedlo, že jakkoli modifikují obsah – zbylí přímo předávají žákům obsah učebnice.).

Vliv učebnic na edukační realitu je tak posílen, jelikož nejsou využívány pouze žáky, ale i učiteli (Vojír & Rusek, 2021).

Uvedená mezinárodní zjištění jen podtrhují potřebu spolu s revizí kurikula měnit i učebnice. To se však v plně komercializovaném prostředí trhu s učebnicemi v České republice dosud neděje. Tento proces by mohl být uspíšen výsledky výzkumů vyzdvihující funkční prvky/pojetí učebnic. Tato kapitola je ukázkou výsledků výzkumů v oblasti učebnic chemie pro ZŠ.

Výzkum v oblasti učebnic má v našem kontextu dlouhou tradici. Jde především o systematickou práci Jana Průchy (1984, 1985, 1989, 1998, 2006), na kterou pak po roce 2000 navázaly tři stěžejní publikace (Knecht & Janík, 2008; Maňák & Klapko, 2006; Maňák & Knecht, 2007). Učebnicím chemie však pozornost výzkumníků v uvedených knihách

věnovaná nebyla. Koncem 80. let minulého století se objevil příspěvek k hodnocení učebnic chemie (Banýr, 1988), další texty vznikaly až po příchodu poslední kurikulární reformy (Beneš et al., 2009; Klečka, 2011; Klečka & Čtrnáctová, 2011; Šmídl, 2013). Až v roce 2016 se začínají objevovat výsledky systematické práce zaměřené na české učebnice chemie pro ZŠ týmu působícího na Pedagogické fakultě UK (viz dále).

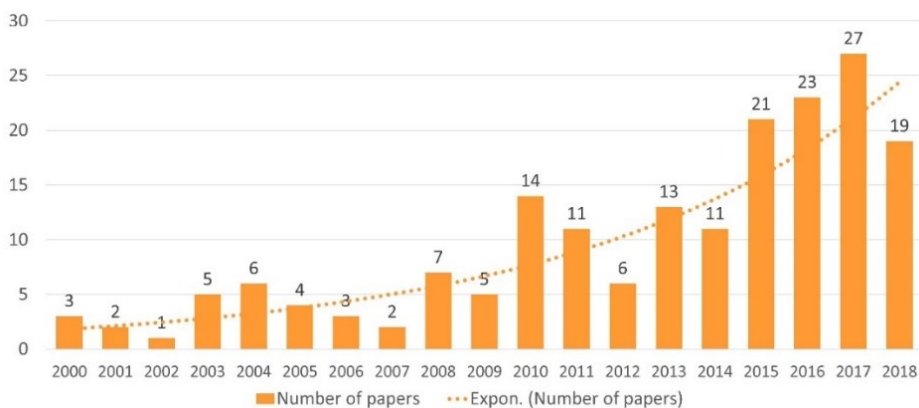
Z hlediska výzkumu v oblasti učebnic obecně významnou pozici zastává *International Association for Research on Textbooks and Education Media* (IARTEM), která od 90. let minulého století sdružuje výzkumníky z celého světa, produkuje vlastní časopis a pořádá konference. Problematika učebnic chemie v IARTEM příliš nerezonuje.

Systematickou rešerší trendů ve výzkumu učebnic pro přírodovědné předměty (Vojíš & Rusek, 2019)⁵ byly zjištěny základní aspekty celosvětového výzkumu v této oblasti. Studie obsahuje výzkumné texty publikované po roce 2000. Po vzoru přehledových studií mapujících trendy ve výzkumu v didaktice přírodních věd SER i chemie CER byly pro přehledovou studii zvoleny výzkumné otázky zaměřené na: regionální zaměření výzkumů, klíčové přispěvatele v problematice, časopisy zveřejňující takto laděné výzkumy, nejcitovanější texty, zaměření výzkumu na stupeň vzdělávání, výzkumná témata.

Výsledky hledání ukazují, že nárůst množství publikací v rámci SER po roce 2000 se týká i výzkumů učebnic (viz Graf 3). Prognózy o zániku tohoto média s příchodem technologií či názory o zastaralosti tématu tak byly prokazatelně vyvráceny. Největší podíl textů se věnoval učebnicím *science*. Učebnicím chemie bylo věnováno cca 18 % analyzovaných textů. Většina textů se věnovala učebnicím v evropských zemích, což vzhledem k celkové proporcii autorů v SER (Lin et al., 2018) jasně ukazuje dominanci výzkumu učebnic pro přírodovědné předměty v Evropě. Z pohledu jednotlivých autorů je však nutno konstatovat, že se autoři věnují tématu spíše epizodicky. S výjimkou M. Nizze a N. M. Goreckého autoři publikovali tři a méně textů. Silná škola analýzy učebnic, jak známe od zmiňovaného J. Průchy či J. Mikka, se znovu (zatím) nezformovala.

Co se obsahu analyzovaných textů týče, 20 % se soustředilo na obsah, 19 % na zařazené koncepty a jejich integraci a 18 % na netextové prvky učebnic. Zbylá témata byla řešena pouze v jednotkách procent. V citovaném výzkumu jsou podrobně popsány zaměření jednotlivých textů.

⁵ Vojíš, K., & Rusek, M. (2019). Science education textbook research trends: a systematic literature review. *International Journal of Science Education*, 41(11), 1496-1516. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1613584>



Graf 3 Množství textů zaměřených na výzkum učebnic přírodovědných předmětů publikovaných po roce 2000

Závěry provedeného výzkumu tak potvrzují výše zmíněnou důležitost tématu analýzy učebnic. 58 % analyzovaných textů bylo orientováno na učebnice pro sekundární, 26 % na vysokoškolské a 12 % výhradně na učebnice pro první stupeň. Ve srovnání s ostatními, stupni vzdělávání po roce 2015 dochází k výraznému boomu v oblasti učebnic pro sekundární vzdělávání (tj. náš 2. i 3. stupeň).

Výstupy tak míří na široké spektrum aktérů zainteresovaných v SER: začínající výzkumníci v oboru mají možnost získat přehled o řešené problematice, etablovaní výzkumníci mohou profitovat z dalších naznačených proudů výzkumu, případně identifikovat autory nebo pracoviště zaměřené podobným směrem. V neposlední řadě pak výsledky míří na stakeholdery zodpovědné za dozor nad učebnicemi. Apel je při tom jasný: Existuje celá řada výzkumných přístupů k hodnocení učebnic. Omezit se na dvě recenze a na jejich základě rozhodovat o vhodnosti učebnic pro využití ve výuce není dostačující.

Jak bylo uvedeno výše, pole učebnic je v České republice rozvolněné a závisí především na jednotlivých vydavatelstvích. Jedinou státní garancí je udělování schvalovacích doložek MŠMT, které svým způsobem certifikují vhodnost učebnic pro využití v praxi. Výběr používaných učebnic, tedy konkretizace kurikula, je tak v rukou jednotlivých škol, respektive učitelů. Výuku chemie na základních školách výrazně ovlivňuje také to, že se jedná o jediný obor, který je v rámci nižšího sekundárního vzdělávání vyučován typicky pouze ve dvou ročnících, a jedná se tak o obor, kterému je věnováno nejméně hodin výuky. To se odráží i v zázemí, které mu je na školách poskytováno. V rámci tohoto stupně vzdělávání jsou pokládány základy chemických znalostí a dovedností. Cílem dalšího výzkumu (Vojíš & Rusek, 2021)⁶ bylo zmapovat, jaký je základní profil učitele vyučujícího chemii na

⁶ Vojíš, K., & Rusek, M. (2021). Preferred Chemistry Curriculum Perspective: Teachers' Perception of Lower-Secondary School Textbooks. *Journal of Baltic Science Education*, 20(2), 316-331. <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.00>

základní škole, které učebnice jsou na základních školách využívány, a to včetně způsobu jejich výběru, využití a spokojenosti učitelů s nimi. Výzkumný cíl byl konkretizován s pomocí sledovaných vztahů délky praxe učitele s vystudovaným oborem, výběrem učebnice, jejím využíváním a spokojeností s nimi.

Do výzkumu byly zahrnuty všechny učebnice chemie pro základní školy, které v době platnosti stávajících RVP ZV disponovaly schvalovací doložkou (viz Tab. 1). Výzkum byl veden metodou dotazníkového šetření. Celkově dotazník vyplnilo 387 učitelů z 370 škol. Výsledky je tak možné generalizovat pro celou populaci učitelů chemie na ZŠ.

Z výsledků vyplývá, že nejčastěji využívanými učebnicemi chemie na ZŠ jsou učebnice: NŠ - 38 %, ZCH - 28 %, Fr - 20 % a PCH - 16 %. Další učebnice (viz Tab. 1) jsou využívány spíše zřídka. Učitelé (11 %) uvedli, že se žáky využívají více než jednu učebnici. Současná nabídka tak pravděpodobně neodpovídá potřebě praxe. V článku bylo dále hodnoceno využívání učebnic podle různých charakteristik učitelů. Uvedená zjištění dále posilují zmíněný dopad učebnice na vzdělávací proces – učebnice se stává předpisem kurikula (Bakken, 2019; Johansson, 2006; Mullis et al., 2012). Na základě tohoto výsledku byla celková míra užívání učebnic přepočtena na: ZCH – 57,6 %, FR – 56,8 %, NŠ – 53,7 %, PCH – 35,7 % (zkratky viz Tab. .1).

Je tak zřejmý výrazný vliv posílení využívání jediné učebnice chemie s alternativním pojetím obsahu (FR), i síla přetrvávajícího kurikula v podobě nejstarších učebnic (ZCH). S ohledem na zamýšlený účel tohoto média tento výsledek přináší důležitý aspekt do oblasti tvorby nových učebnic – adresátem nejsou pouze žáci (a to i přesto, že nakladatelství spolu s učebnicí produkují rovněž metodické příručky pro učitele). Zároveň se ukazuje, že zpracování učebnice NŠ do konkrétních kapitol s uvedenými odkazy na RVP apod., které odpovídá využití učiteli, je vhodnou reakcí na potřebu praxe.

Výsledky dále naznačují, že v současnosti dostupné učebnice většinou naplňují představu učitelů chemie (s delší praxí). To poukazuje na fakt, že čeští učitelé chemie pojmají výuku tradičně, a to i přes skutečnost, že existují mnohé doklady o neefektivnosti tohoto přístupu (Johnstone, 2010). Nakladatelství Fraus, které k září 2018 vydalo editovanou verzi své původní, koncepcí revoluční, učebnice chemie tentokrát s tradičním řazením učiva tento závěr potvrzuje.

Poslední oblastí bylo zkoumání učebnic, které by učitelé chtěli využívat. 57 % učitelů uvedlo, že by jinou učebnici nechtěli. 23 % připustilo, že nemají o dostupných učebnicích přehled. Zatímco učitelé s delší praxí mají preference, 54 % začínajících učitelů neví, kterou učebnici by si vybrali. To poukazuje na nedostatek v jejich pregraduální přípravě a je

důležitým bodem inovací v přípravě učitelů. Podobný, i když slabší, trend byl sledován napříč skupinami učitelů podle délky praxe. Jedná se tak o apel na vydavatelství, především však na didaktiky chemie, kteří mohou poskytnout učitelům určitá vodítka pro výběr učebnic ve smyslu rubrik (viz např. Sikorová, 2007). Této pasáži bude pozornost věnována níže.

Tabulka 1 Přehled učebnic zahrnutých do výzkumu

Název učebnic	Rok publikování	Autoři	Nakladatelství	Používaná zkratka
Základy chemie 1; 2	1993	Beneš, P., Pumpr, V., Banýr, J.	Prague: Fortuna	ZCH
Nebojte se CHEMIE; Chemie se nebojíme	1994; 1996	Los, P., Hejsková, J., Klečková, M.	Prague: Scientia	SC
Chemie pro 8. ročník; Chemie pro 9. ročník	1998	Čtrnáctová, H., Zemánek, F., Svobodová, M., Dušek, B.; Novotný, P., Sejbál, J., Zemánek, F., Svobodová, M.	Prague: SPN	SPN
Základy praktické chemie 1; 2	1999, 2000	Beneš, P., Pumpr, V., Banýr, J.	Prague: Fortuna	PCH
CHEMIE Krok za krokem CHEMIE Na každém kroku	1999, 2000	Bílek, M., Rychtera, J.	Pardubice: Moby Dick	MD
Chemie I; II	2004, 2007	Karger, I., Pečová, D., Peč, P.	Olomouc: Prodos	PR
Chemie 8; 9	2006, 2007	Škoda, J., Doulík, P.	Plzeň: Fraus	FR
Chemie 8; 9	2010, 2011	Mach J., Plucková I., Šibor J.	Brno: Nová škola	NS
Chemie 8; 9	2018	Škoda, J., Doulík, P., Šmídl, M., Pelikánová, I.	Plzeň: Fraus	nFR

Výsledky provedeného výzkumu poskytují řadu informací výzkumníkům, didaktikům, učitelům i nakladatelstvím. Hlavním přínosem je identifikace nejužívanějších učebnic včetně rozkrytí důvodu tohoto stavu. Sekundárním výsledkem je pak zjištění, že čeští učitelé stále preferují učebnice sledující tradiční kurikulum prezentované ve struktuře kurikula z roku 1995. Výsledky v oblasti využívání učebnic přinesly zajímavé zjištění o dvojí funkci učebnice – pro žáky, ale především pro přípravu učitelů na výuku. Je tedy zřejmé, že revize kurikula bez výměny učebnic nebude úspěšná.

Informace o způsobu výběru učebnic dále napomáhají identifikovat skupinu učitelů, prostřednictvím kterých by bylo možné do škol distribuovat nové učebnice za zachování spokojenosti učitelů s učebnicí. Jde o zajímavou cílovou skupinu i z pohledu nakladatelství.

Další výzkumu byl zaměřen na analýzu didaktické vybavenosti učebnic (Rusek, Vojíř, et al. (2020)⁷, tj. soubor strukturních komponent obsažených v učebnici. Tyto komponenty

⁷ Rusek, M., Vojíř, K., & Šubová, Š. (2020). Lower-secondary school chemistry textbooks' didactic equipment. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, 25(1-2), 69-77. <https://doi.org/10.2478/cdem-2020-0004>

přímo určují potenciál využití učebnic (viz Průcha, 1998). Čím vyšší je zastoupení různých komponent, tím je učebnice považována za lépe didakticky vybavenou, neboť nabízí širší didaktické uplatnění (Průcha, 1998).

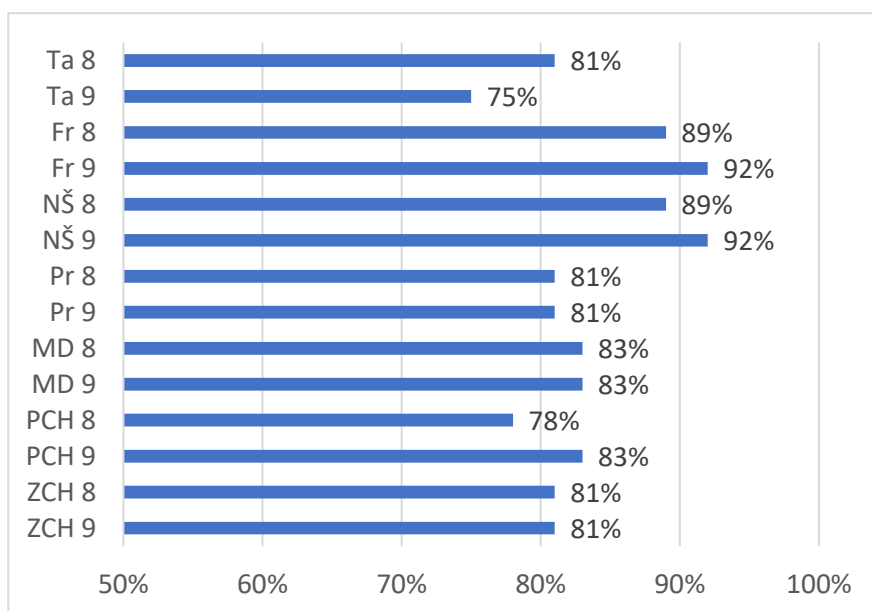
V době změn přístupu ke vzdělávání – především orientace na žáka, ale také aktualizace vzdělávacího obsahu a rapidního nárůstu nových poznatků z chemie je modernizace učebnic prakticky nevyhnutelná. S ohledem na roky prvního vydání většiny u nás využívaných učebnic chemie pro základní školy je postupné obnovování na školách využívaných učebnic přirozeným krokem. Řada učitelů rovněž stojí před výběrem nových učebnic (viz výše). Pro jejich rozhodování je žádoucí poskytnout výzkumné výsledky, aby o ně mohli opřít svůj výběr učebnice a nevolit jen podle dojmu z grafického provedení.

Cílem zařazeného příspěvku bylo zanalyzovat didaktickou vybavenost učebnic chemie pro základní školy. Do analýzy byly zahrnuty všechny učebnice, které byly v době od zavedení Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP ZV) opatřeny schvalovací doložkou MŠMT (viz Tab. 1). Z důvodu aktuálnosti byla zařazena i nejnověji vydaná řada učebnic chemie nakladatelství Taktik – zkratka Ta.

Pro výzkum byla zvolena standardní metodologie dle Průchy (1984, 1985). Za účelem snížení vlivu subjektivního vnímání daného prvku byla metodika rozšířena o hodnocení dvěma výzkumníky nezávisle na sobě.

V textu byly uvedeny a diskutovány jak souhrnné výsledky, tak jednotlivé rozdíly mezi učebnicemi. Hodnoty *Celkové didaktické vybavenosti* (E) analyzovaných učebnic chemie (75-92 %) poukazují na jejich poměrně dobrou didaktickou vybavenost (viz Obr. 1). Z pohledu jednotlivých koeficientů byla zjištěna vysoká konzistence využití strukturních prvků mezi analyzovanými učebnicemi. Je zřejmé, že autoři vycházejí z podobné koncepce jejich tvorby. Z hlediska *celkového koeficientu využití verbálních komponentů* (E_v) dosahují vyšší vybavenosti učebnice NŠ 8 (89 %) a NŠ 9 (93 %) a FR 9 (89 %), tj. jedny z nejnovějších učebnic na trhu. Výjimku tvoří učebnice Ta, které podle zvolené metriky za ostatními poněkud zaostávají.

Disponují-li učebnice srovnatelnou didaktickou vybaveností, je důvodem favorizování některých knih učiteli mimo rok vydání a marketingovou šikovnost nakladatelství pravděpodobně i kvalita zpracování jednotlivých strukturních prvků (textových, vizuálních, aparátu prezentace učiva či řízení učení). Pro hlubší porozumění ideální podobě učebnice bylo dále zapotřebí sledovat hodnocení (využití, vnímaná kvalita) jednotlivých prvků učiteli.



Obrázek 1 Didaktická vybavenost jednotlivých učebnic chemie

Na výzkum didaktické vybavenosti učebnic chemie navazují výzkumy nejzastoupenějšího prvku učebnice – textu. První studie byla zaměřena obecně na obtížnost textu českých učebnic chemie pro ZŠ (Rusek, Stárková, et al., 2016)⁸. V pokračující studii byla srovnána obtížnost textu učebnic na úrovni jednotlivých kapitol i mezi učebnicemi pro jednotlivé ročníky (Rusek & Vojíř, 2019)⁹.

Obtížnosti textu (čitivosti, angl. readability) bývá označována za jeden z hlavních důvodů negativního postoje k přírodovědným oborům (science) jako k (příliš) obtížným (Wellington & Osborne, 2001). V podstatě se jedná o práci s cizími slovy – koncepty, které získávají význam až po své operacionalizaci. Markic a Childs (2016) za jednu z příčin vnímané obtížnosti chemie označují i přehlčení žáků novými slovy, jejichž význam zůstává utajen.

Na základě uvedeného lze učební text dosahující vyšších hodnot obtížnosti považovat za méně vhodný pro samostatnou práci žáků. Samozřejmě je nutné respektovat úroveň žáků a postupně tříbit jejich schopnost s textem pracovat. U učebního textu jde především o jeho srozumitelnost pro učícího se jedince.

V uvedených výzkumech obtížnosti textu učebnic chemie pro základní školy (Rusek, Stárková, et al., 2016; Rusek & Vojíř, 2019) byla využita metoda Nestlerová-Průcha-Pluskal (Pluskal, 1996) zpřesněná hodnocením textu dvěma výzkumníky nezávisle na sobě. Analýze byly podrobeny učebnice chemie pro základní školy disponující schvalovací doložkou

⁸ Rusek, M., Stárková, D., Metelková, I., & Beneš, P. (2016). Hodnocení obtížnosti textu učebnic chemie pro základní školy. *Chemické listy*, 110(12), 953-958. http://chemicke-listy.cz/docs/full/2016_12_953-958.pdf

⁹ Rusek, M., & Vojíř, K. (2019). Analysis of text difficulty in lower-secondary chemistry textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 85-94. <https://doi.org/10.1039/C8RP00141C>

MŠMT, zařazeny byly v téže době vydané učebnice nakladatelství Moby Dick (viz Rusek, Stárková, et al., 2016). Přehled učebnic je uveden v tabulce 2.

Tabulka 2 Přehled učebnic podrobených analýze obtížnosti textu

Název učebnic	Rok publikování	Autoři	Nakladatelství	Používaná zkratka
Základy chemie 1; 2	1993	Beneš, P., Pumpr, V., Banýr, J.	Prague: Fortuna	ZCH
Základy praktické chemie 1; 2	1999, 2000	Beneš, P., Pumpr, V., Banýr, J.	Prague: Fortuna	PCH
CHEMIE Krok za krokem CHEMIE Na každém kroku	1999, 2000	Bílek, M., Rychtera, J.	Pardubice: Moby Dick	MD
Chemie I; II	2004, 2007	Karger, I., Pečová, D., Peč, P.	Olomouc: Prodos	PR
Chemie 8; 9	2006, 2007	Škoda, J., Doulík, P.	Plzeň: Fraus	FR
Chemie 8; 9	2010, 2011	Mach J., Plucková I., Šibor J.	Brno: Nová škola	NS

Pro analýzu byla vybrána témata: vzduch, vodík, neutralizace, alky, karboxylové kyseliny a bílkoviny. Témata byla volena jednak s ohledem na jejich rovnoměrné zařazení – tři z knihy pro osmý a tři pro devátý ročník, jednak s ohledem na jejich rozsah (minimálně 200 slov souvislého textu).

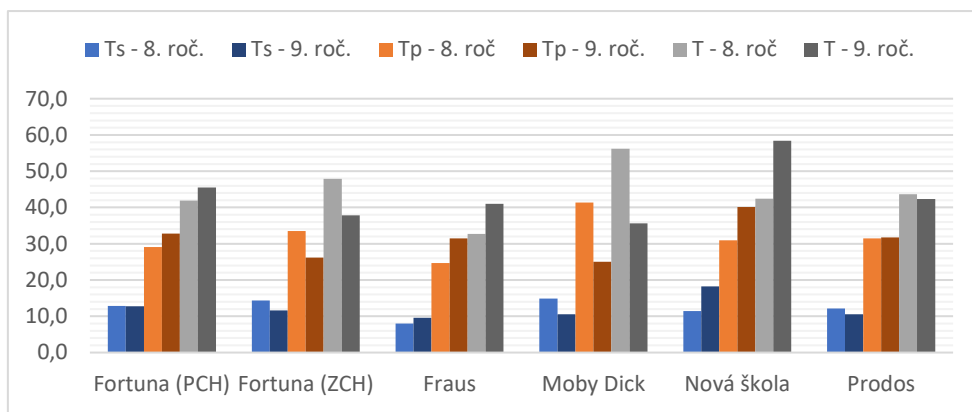
Z výsledků (Tab. 3) vyplývá, že celková obtížnost textu T učebnic chemie pro základní školy a odpovídající ročníky víceletých gymnázií nabývá hodnot v rozmezí od 34,0 do 50,21. Text vyznačující se nejvyšší čtivostí obsahují učebnice FR (34,0). Skupinou textů s vyšší obtížností textu jsou učebnice ZCH (42,6), PR (43), PCH (43,7) a MD (44,8). Učebnice obsahující nejobtížnější text jsou z nakladatelství NŠ (50,2).

Hodnoty poukazují na značnou obtížnost textu většiny učebnic chemie (Průcha, 1984). Pro srovnání celková obtížnost textu učebnic zeměpisu pro 9. ročník ZŠ byla 37,7 (Weinhöfer, 2007). Obdobně tomu bylo i v případě sledování *syntaktické obtížnosti* T_s a *sémantické (pojmové) obtížnosti* T_p .

Ve srovnání s učebnicemi pro další přírodovědné disciplíny, např. učebnice zeměpisu pro 9. ročník $T_p = 23,2$ (Weinhöfer, 2007), učebnice přírodopisu pro 8. ročník v rozmezí 21,7–26,9, pro 9. ročník 18,5–29,5 (srov. Hrabí, 2007), jsou zvláště hodnoty MD a především NŠ v případě *sémantické obtížnosti* příliš vysoké. Tyto učebnice jsou tak z pohledu učebního textu pro práci žáků s nimi méně vhodné. Přesnější informace o obtížnosti učebního textu poskytuje srovnání koeficientů odborné informace v sumě slov (i) a sumě pojmů (h). Hodnoty koeficientu i jsou mezi analyzovanými učebnicemi poměrně homogenní (viz Tab. 3). Ve srovnání s hodnotami uváděnými Průchou (1998) jsou výrazně nižší. Koeficient h u analyzovaných učebnic kolísá. Texty všech analyzovaných učebnic jsou

ve spodní polovině rozpětí uváděného Průchou (1998), což ve srovnání s texty učebnic zeměpisu představuje zhruba poloviční hodnoty (Weinhöfer, 2007).

Předpokládaný výsledek trendů obtížnosti textu v analyzovaných učebnicích (nárůst obtížnosti textu učebnice pro 9. ročník nebo srovnatelná obtížnost textů v celé sadě) nebyl potvrzen v polovině analyzovaných sad učebnic. Celkové výsledky jsou uvedeny v grafu 4.



Graf 4 Syntaktická (Ts), sémantická (Tp) a celková (T) obtížnost textu učebnic chemie pro 8. a 9. ročník ZŠ podle nakladatelství

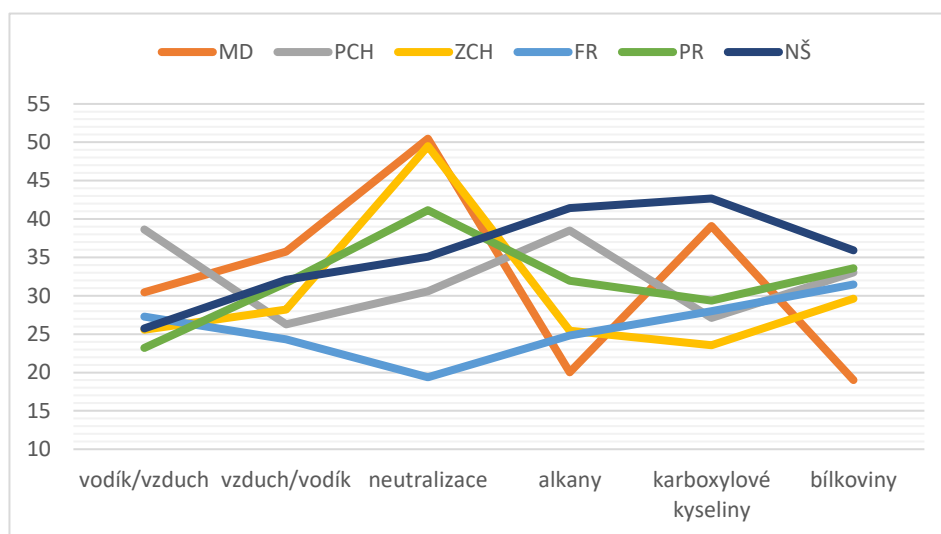
V komentovaném textu byly dále rozvedeny příčiny celkových výsledků (šedé sloupce). S ohledem na očekávaný výsledek byly komentovány opačné trendy zjištěné u učebnic ZCH, PR a především MD. Výsledky byly diskutovány s ohledem na pořadí vyučovaných témat (srov. Johnstone, 2010) i kontinuální rozvoj žáků (Ainsworth, 2006). Diskutován byl rovněž značný nárůst obtížnosti učebnice NŠ pro 9. ročník.

Tabulka 3 Obtížnost učebnic základů chemie (Rusek, Stárková, et al., 2016)

Parametry	Moby Dick	Fortuna (PCH)	Fortuna (ZCH)	Fraus	Prodos	Nová škola
<i>T</i>	44,8	43,7	42,6	34,0	43,0	50,2
<i>Ts</i>	12,3	12,8	12,8	8,2	11,3	14,5
<i>Tp</i>	32,5	30,9	29,8	25,8	31,6	35,7
<i>i</i>	17,2	17,0	17,5	14,9	20,1	16,7
<i>h</i>	39,8	40,9	43,1	38,4	49,5	36,3
proporce opakovaných pojmů	16,0	12,3	11,9	12,4	11,5	18,2
proporce odborných pojmů	14,7	15,3	15,0	12,8	17,6	14,9

*Pozn.: *T* – celková obtížnost textu *Ts* – syntaktická obtížnost, *Tp* – sémantická obtížnost, *i* – koeficient hustoty odborné informace v sumě slov, *h* – koeficient hustoty odborné informace v sumě pojmů

Dosud uváděné výsledky byly sumou hodnot získaných analýzou jednotlivých kapitol. Srovnání sledovaných parametrů obtížnosti textu v jednotlivých učebnicích podle analyzovaných témat (Graf 5) tak přineslo podrobnější představu (Rusek & Vojtř, 2019).



Graf 5 Srovnání sémantické obtížnosti témat v jednotlivých sadách učebnic

Je zřejmé, že autoři jednotlivých učebnic k textu vybraných témat přistoupili odlišně. Spojnicový graf naznačuje trendy T_p v jednotlivých sadách učebnic. Zdá se, že sémantická obtížnost textu nebyla autory učebnic zohledněna. Vzhledem k efektivitě vzdělávání (pokud by výuka probíhala podle s těmito učebními texty) jde o nežádoucí efekt. Jak uvádí Hall et al. (2014), porozumění odbornému textu žáky je vyšší, objevují-li se opakující pojmy a fráze.

Jistý trend je možné sledovat u učebnice NŠ. S výjimkou tématu bílkovin T_p roste. Naopak u učebnic MD a ZCH učební texty nevykazují žádný trend v obtížnosti textu jednotlivých témat. U učebnic MD jde dokonce až o 2,5násobný rozdíl T_p (propad mezi posledním tématem v učebnici pro 8. a prvním hodnoceným v učebnici pro 9. ročník). Učebnice je v takovém případě spíše sadou jednotlivých témat nežli koherentní pomůckou určenou žákům pro jejich vlastní učení.

Zajímavým zjištěním byl i přístup různých autorů k jednotlivým tématům. Zatímco u tématu vodík/vzduch nebo bílkoviny je (až na výjimky) možné sémantickou obtížnost textu považovat za srovnatelnou, témata neutralizace, alkany či karboxylové kyseliny byla pojata velmi odlišně. S přihlédnutím k hodnotám koeficientů i a h určujícím povahu textu lze konstatovat, že v případě uvedených témat se žákům učícím se podle učebnice FR dostane zcela rozdílného množství informací než žákům užívajícím učebnice ZCH nebo MD. Jelikož učivo v RVP ZV není závazné, tento rozdíl nijak neovlivňuje, zda učebnice získá schvalovací doložku MŠMT.

Uvedená zjištění v komentovaných textech vedla k několika závěrům. Jedinými učebnicemi chemie, které odpovídají hodnotou celkové obtížnosti textu T percepční úrovni žáků na základním stupni vzdělávání, jsou učebnice FR. Jejich autoři při srovnatelné proporcii běžných i opakujících se pojmů, nižší proporcí odborných pojmů a nejvyšším poměrem sloves i vět v textu docílili nejnižší syntaktické T_s i sémantické T_p obtížnosti textu – zvýšili čtivost učebnic. Hodnota koeficientu i je tak nižší, zatímco hodnota odborné informace v sumě pojmů h , tj. indikátor informační přínosnosti učebnice, je srovnatelná s učebnicemi chemie ostatních nakladatelství. Autoři zároveň udrželi T_p jednotlivých témat v poměrně úzkém rozpětí (12,1 b.). Tím jsou tyto učebnice podle použité metriky nejvhodnější pro samostatné učení žáků z textu.

Naproti tomu nízká hodnota koeficientu i učebnic chemie NŠ spolu s nejnižší hodnotou koeficientu h jsou dokladem nízkého potenciálu učebního textu této sady učebnic. Učebnice NŠ rovněž obsahují nejvyšší množství opakovaných pojmů, zatímco proporce odborných pojmů je mezi učebnicemi průměrná. Autoři volili dlouhé věty s nízkým počtem sloves, což spolu s výše uvedeným poukazuje na náročný styl, jakým jsou tyto učebnice psány. Tento výsledek se projevuje i v T_p jednotlivých témat. Roste s rozpětím 17 b. Vzhledem k obvyklému způsobu užívání učebnic učiteli (Vojíš & Rusek, 2021) se fakt, že pro žáky není text těchto učebnic příliš vhodný, neodráží v jejich oblíbenosti u učitelů.

Oba komentované texty k obtížnosti učebnic chemie pro základní školy cílí jak na učitele, tak výzkumníky, a v neposlední řadě i autory učebnic. Doplněna byla i výzkumně podložená kritéria pro výběr učebnice učiteli. Nevyrovnané pojmové zatížení učebnic pojmy (běžnými, odbornými a opakovanými), spolu s výše uvedenou srovnatelnou didaktickou vybaveností učebnic tak pro učitele, kteří do výuky zařazují práci s textem, ukazuje na učebnice, které jsou k tomuto účelu vhodné.

Ve světle uvedených výsledků se tak jako další krok v této oblasti nabízí výzkum, v němž by byla sledována výuka chemie s využitím učebnic. Výzkumy by se měly týkat délky využití učebnice a účelu jejího využití ve vztahu k osvojení informací žáky. Sledované by měly být i prvky řídicí učení žáků a jejich využití učiteli ve výuce. Podobný výzkum by mimo pozorování hodin a analýzy výstupů žáků profitoval ze zařazení eye-trackingu pro hodnocení pojetí jednotlivých témat/kapitol (srov. Drexler et al., 2018; Ishimaru et al., 2016)). Následně by bylo možné hodnotit, jaká koncepce tématu/kapitoly vede u žáků k lepším výsledkům. Podobně laděný projekt by mohl vyústit až v návrh zpracování jednotlivých kapitol respektujících jak pojetí textu, tak práci s dalšími prvky tvořícími didaktickou vybavenost učebnic.

4. Realizace výuky chemie a její dílčí výsledky

Dílčí výsledky prezentované v této kapitole sledují kognitivní i afektivní cíle (viz např. Pasch, 1998) výuky. Z hlediska informací o těchto výsledcích výuky jsou k dispozici data mezinárodního výzkumu zaměřeného na přírodovědné předměty – TIMSS (*Trends in Mathematical and Science Study*) a PISA (*Programme for international student assessment*). V testování TIMSS se čeští žáci výzkumu účastnili od jejího začátku v r. 1995, avšak od roku 2011 tento výzkum probíhá v ČR pouze na žácích 4. ročníku (Mandíková & Tomášek, 2017). Výuku chemie v ČR tak tento výzkum nereflektuje, s ohledem na dobu testování (v průběhu osmého ročníku) nikdy nereflektoval. Přesto jsou jeho výsledky žadáným zdrojem informací, jelikož mapují nejen již zmíněné znalosti žáků, ale poskytují i cenné informace o chodu škol, zázemí žáků, postojích žáků ke škole a k učení nebo informace o učitelích. Dohromady tak tato data umožňují sledovat zázemí, ve kterém dochází k rozvoji žáků od začátku jejich povinné školní docházky.

Od roku 2006 s tříletou periodou přináší informace mj. o výsledcích výuky přírodovědných předmětů testování PISA. Testování je zaměřeno na 15leté žáky a probíhá tak v devátých ročnících, případně u vybraných žáků prvního ročníku SŠ. Za dobu realizace výzkumu PISA v ČR jsou k dispozici výsledky dvou testování, ve kterých byla PŘG hlavní zkoumanou oblastí (2006 a 2015 – viz Palečková (2007) a Blažek a Příhodová (2016)), a tři testování, ve kterých byla PŘG doplňkovou součástí (2009, 2012 a 2018 – viz Palečková a Tomášek (2013), Blažek et al. (2019)). Výsledky českých žáků jsou srovnatelné s průměrem zemí OECD. Trend mezi jednotlivými šetřeními je ovšem klesající.

Nadprůměrný výsledek českých žáků v testování PISA 2006 byl způsobem především vyšší úspěšností v aplikaci vědomostí (vysvětlování jevů přírodních věd). Jejich schopnost rozpoznat otázky přírodních věd, které lze vědecky zodpovědět a interpretace a používání vědeckých důkazů byly výrazně nižší (Palečková, 2007). Tento trend se projevil i v šetření v roce 2015. Výsledky českých žáků v obsahové (znalostní složce) byly nad průměrem zemí OECD (ve srovnání s polskými nebo německými žáky však nižší), ovšem oproti šetření z roku 2006 horší. Jejich procedurální a epistemické znalosti (potřebné v přírodovědných disciplínách) však byly na podprůměrné úrovni. To se pak promítá i ve zjištěných dovednostech žáků. Zatímco jejich dovednosti *vysvětlovat jevy vědecky* byly lehce nad průměrem zemí OECD, dovednosti *vyhodnocovat a navrhnout přírodovědný výzkum* byly podprůměrné (Blažek & Příhodová, 2016). Tyto výsledky pak umožňují předpokládat styl výuky, který se zdá být zaměřený na obsah (zapamatování a porozumění

faktů (Anderson et al., 2001)), namísto rozvoje vyšších myšlenkových operací prostřednictvím aplikace faktů, konceptů a procedur, které jsou samotnou podstatou přírodovědných oborů.

4.1. Dosahování kognitivních a afektivních cílů výuky chemie

Jelikož úlohy PISA nejsou zaměřeny na hodnocení obsahu, tj. nepřinášejí informaci, jak žáci zvládají kurikulární cíle na úrovni jednotlivých oborů (v našem případě očekávané výstupy), následující práce vznikly za účelem hodnocení efektivity výuky chemie na úrovni dosahování očekávaných výstupů žáky. Druhou část tvoří složka postojová, jelikož silně ovlivňuje jak motivaci žáků aktivně se podílet na vlastním učení, tak i zájem žáků o další studium chemie, případně kariéru v oboru.

Výzkum v tomto ohledu navazoval na v úvodu práce zmíněné ověřující úlohy ke Standardům pro ZV (Holec & Rusek, 2016) podrobené pilotáži (Koreneková, 2018; Vojíš, 2017). Již výsledky těchto pilotáží naznačovaly, že výuka chemie na základních školách v ČR nemusí vést k dosažení jejich cílů na úrovni očekávaných výstupů.

Ve snaze ověřit tyto informace o efektu výuky chemie na základních školách, zároveň s ohledem na výše zmíněnou souslednost výzkumů využívající tytéž úlohy, byl realizován navazující kvantitativní výzkum zaměřený na:

1. ověření očekávaného výstupu k tématu Periodická tabulka prvků s využitím třívrstvých úloh (Rusek & Tóthová, 2021)¹⁰,
2. schopnosti žáků řešit úlohy k tomuto výstupu (Tóthová et al., 2021)¹¹,
3. ověřující možnosti rozvoje těchto schopností žáky (Tóthová & Rusek, 2020)¹².

Z pohledu respondentů výzkumu jsou ideálním vzorkem žáci prvního ročníku SOŠ, jelikož představují jednu z nejpočetnějších skupin žáků (Vojtěch & Štěpánek, 2020) v nechemických středních škol (srov. Rusek, 2013b).

Pozornost byla zaměřena na očekávaný výstup CH-9-3-03 „orientuje se v periodické soustavě chemických prvků, rozpozná vybrané kovy a nekovy a usuzuje na jejich možné

¹⁰ Rusek, M., & Tóthová, M. (2021). Did students reach the periodic table related curricular objectives after leaving from lower-secondary education? In M. Rusek, M. Tóthová, & K. Vojíš (Eds.), *Project-based education and other activating strategies in science education XVIII*. (pp. 178-185). Charles University, Faculty of Education.

¹¹ Tóthová, M., Rusek, M., & Chytrý, V. (2021). Students' Procedure When Solving Problem Tasks Based on the Periodic Table: An Eye-Tracking Study. *Journal of Chemical Education*, 98(6), 1831-1840. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00167>

¹² Tóthová, M., & Rusek, M. (2020). Rozvoj strategií pro řešení problémových úloh v chemii. In D. Greger, J. Simonová, M. Chvál, & J. Straková (Eds.), *Když výzkum mění praxi. Deset příběhů učitelů a akademiků zapojených do akčního výzkumu* (pp. 237-248). Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.

vlastnosti“ (Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, 2017, s. 68). K ověření očekávaného výstupu byly původní úlohy (Holec & Rusek, 2016) transformované do podoby *třívrstvých úloh* (Arslan et al., 2012; Milenković et al., 2016). Hlavním cílem bylo zjistit, je-li možné třívrstvými úlohami ověřit nejen úspěšnost žáků při řešení úloh (dosažení očekávaného výstupu), ale také porozumět postupu jejich řešení.

Ve všech třech případech měli žáci k dispozici periodickou tabulku prvků. Úlohy (první vrstva) byly zaměřeny především na:

- schopnost vyčíst z tabulky příslušné údaje (protonové číslo – úloha 1 a 2, hodnoty elektronegativity – úloha 2),
- orientaci žáků v tabulce (rozlišení skupiny a periody, identifikace kovů, nekovů a polokovů),
- vyvozování trendů z tabulky (reaktivita prvků ve skupině – konkrétně reakce alkalických kovů s vodou, a velikost atomového poloměru).

K původním úlohám byly nejprve doplněny druhá (vysvětlení odpovědi) a třetí (na škále uvedené subjektivně vnímané správnosti řešení) vrstva vycházející z odpovědí žáků v prvním kroku pilotáže (N = 62). Vzniklá verze testu byla znovu pilotována na žácích téhož ročníku. Výsledky uvedené v komentovaném testu především popisují postup tvorby testu. Zároveň naznačují způsob vyhodnocení třívrstvých úloh. V tabulce 4 jsou uvedeny rozdíly výsledků, pokud by byly využity pouze odpovědi, dále varianta sledující jak odpověď, tak i její správné vysvětlení, v neposlední řadě pak hodnoty vnímané vlastní úspěšnosti.

Tabulka 4 Výsledky testu s využitím třívrstvých úloh

ÚLOHA	Otázka	PODÍL SPRÁVNÝCH ODPOVĚDÍ			JISTOTA				
		Výběr odpovědi	Odpověď a vysvětlení	CF	CFC	CFW	CAQ	CB	
ÚLOHA 1	Q1	0.79	0.76	3.07	3.18	2.67	0.46	-0.24	
	Q2	0.62	0.41	2.71	3.08	2.44	1.02	0.01	
ÚLOHA 2	Q3	0.38	0.38	2.70	2.60	2.94	0.09	0.05	
	Q4	0.76	0.24	2.50	3.00	2.81	-0.04	0.13	
ÚLOHA 3	Q5	0.45	0.21	2.78	3.17	2.67	1.03	0.24	
	Q6	0.17	0.07	2.13	3.50	1.94	1.90	0.24	
	Q7	0.17	0.03	2.57	4.00	2.52	1.90	0.36	

*Hodnoty ve sloupcích Výběr odpovědi a Odpovědi a vysvětlení udávají *p*-hodnoty tzv. *item-difficulty* počítané jako podíl počtu úspěšných žáků k celku.

Touto pilotáží bylo identifikováno několik distraktorů, které je zapotřebí nahradit tak, aby byly pro žáky srozumitelnější a atraktivnější. Jejich doplnění pak povede k vytvoření testu s vyšší rozlišovací schopností s možností objektivněji hodnotit dovednosti žáků.

V tabulce 4 uvedené indexy obtížnosti úloh naznačují, že úspěšnost žáků nebyla 100% ani v případě úlohy na minimální úrovni obtížnosti. Jak bylo v případě této úlohy zjištěno v jiném výzkumu (viz Tóthová & Rusek, 2020), poměrně velká skupina žáků po absolvování chemie na základní škole není schopna v tabulce prvků správně určit protonové číslo. Úspěšnost žáků dále klesala se zvyšující se obtížností úloh. Neúspěch spočíval v nejisté identifikaci kovů a nekovů, případně určení hodnoty elektronegativity. V případě poslední z úloh byla nejčastější příčinou neúspěchu žáků jejich neschopnost aplikovat v úloze dostupné informace o trendech v tabulce na zadaný problém.

Tento výsledek nebylo s ohledem na velikost vzorku možné generalizovat. Z tohoto důvodu byl test sestavený z těchto úloh použit při výzkumu na větším množství žáků. Výsledky dosud nebyly publikovány.

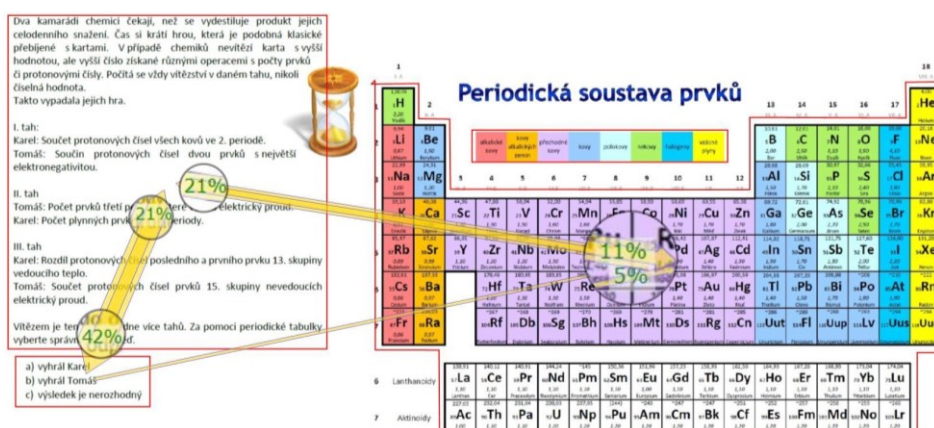
S výše uvedeným výzkumem byl spojen další, založený na kombinaci kvantitativních i kvalitativních metod. Cílem na pozadí ověření daného očekávaného výstupu RVP ZV bylo zjistit, jak žáci po ukončení základní školy vnímají (a používají) periodickou tabulku prvků. V literatuře se dosud objevovaly především texty zaměřené na učení názvů prvků, symbolů či vlastností skupin prvků (Franco-Mariscal & Cano-Iglesias, 2014; Joag, 2014). Výzkum ověřující porozumění žáků smyslu tabulky prvků, tj. základní myšlenky, od které se odvíjejí další oborové koncepty (viz Scerri, 2019) absentoval.

Do výzkumu byli zařazeni žáci středních odborných škol nechemického zaměření v prvním ročníku studia. Na začátku výzkumu jim byl předložen test složený ze tří úloh vybraných z Metodických komentářů a úloh ke Standardům pro základní vzdělávání – chemie (Holec & Rusek, 2016). Každá úloha byla hodnocena dvěma body. Většina žáků v testu neuspěla. Vzhledem k tomu, že byly úlohy nastaveny na očekávané výstupy v devátém ročníku ZŠ, byl fakt, že žádný žák nezískal šest (plný počet) ani pět bodů zarážející. Pouze 2 žáci získali 4 body, většina nezískala žádný bod.

Na základě pre-testu byli vybráni dva žáci z každé skupiny 0-1 bod, 2-3 body, 4-5 bodů. Tito žáci pak individuálně řešili druhou trojici srovnatelně obtížných úloh. V průběhu řešení byly pohyby jejich očí snímány oční kamerou. Po skončení řešení s nimi byl proveden rozhovor metodou retrospektivního think-aloud (RTA) opřený o pořízený záznam pohybu očí (eye-tracking, ET). Tato fáze poskytla výzkumníkům informace o podporujících a limitujících strategiích, a problémech žáků.

Výsledky ukázaly, že většina žáků nedosahuje očekávaného výstupu v RVP ZV vztaženého k periodické tabulce prvků. Obtížnost úloh se postupně zvyšovala, což se projevilo i na čase řešení. V kombinaci ET s RTA bylo zjištěno, že čas řešení odpovídá snaze žáka úlohu řešit. V jistém ohledu tak je ukazatelem snahy, nikoli ale zákonitě dobrého výsledku, protože i žáci, kteří řešení nevzdali, použili limitující strategie vedoucí k neúspěšnému řešení.

Příčinu neúspěchu žáků pomohly odhalit především sledované přechody mezi jednotlivými částmi úlohy. Jak vyplývá z obrázku 2, řešitel přecházel mezi zadáním jednotlivých úloh podstatně více než mezi zadáním konkrétní úlohy a tabulkou. Přitom právě tento přechod je očekávaným projevem úspěšného řešitele – nebylo očekáváno, ba ani žádoucí, aby si žáci pamatovali např. počet nekovových prvků druhé periody. Výsledek odpovídá zjištěním Culliphera a Sevianové (2015), kteří u úspěšných řešitelů identifikovali více přechodů mezi relevantními částmi úloh. Sledování žáky fixovaných oblastí zájmu dále ukázalo, že se snažili vyčíst odpovědi v textu, ale nevyužili tabulku, která byla v tomto případě zásadní. Výsledek byl v souladu se zjištěními Tanga a Pienty (2012), kteří našli korelaci mezi fixacemi relevantních částí úspěšnými řešiteli, zatímco neúspěšní řešitelé rozložili své fixace rovnoměrně po sledované oblasti. Tato zjištění byla dále upřesněna prostřednictvím informací z RTA.



Obrázek 2 Přechody mezi oblastmi zájmu při řešení úlohy 2

Ve shodě s výše uvedeným výzkumem využívajícím třívrstvých úloh se nejvýrazněji na celkovém výsledku projevila snaha žáků řešit úlohy, dále jejich nedostatečné znalosti pojmů (skupina, perioda, elektronegativita atd.). Neznalosti následně v mnoha případech vedly ke vzdání se a použití limitující strategie. Výrazným faktorem taky byla schopnost žáků číst (viz Fang, 2006; Imam et al., 2014), která se ve shodě s výsledky Akbasliho et al. (2016) projevila jako hlavní příčina neúspěchu žáků v přírodovědných (science) a matematických

úlohách. Tento výsledek dále zvyšuje důležitost sledování obtížnosti textu učebnic, jelikož jde o pro žáky nejdostupnější materiál a jeho využití se tak přímo nabízí.

Výzkum tak přinesl pro výzkumníky následující implikace: kombinace ET a RTA se projevila jako vhodná metoda pro zjišťování informací o příčinách úspěchu a neúspěchu žáků při řešení problémových úloh. Pro možnosti generalizace by bylo zapotřebí získat větší množství respondentů. Pro možnost sledování úspěšných a neúspěšných řešitelů by bylo žádoucí původní vzorek rozšířit o žáky gymnázií, u nichž je očekávána vyšší úroveň znalostí. Další možnou úpravou metodologie je náhrada RTA rozhovorem, aby výzkumníci mohli předejít možnému nedostatku informací vlivem nižších metakognitivních dovedností testovaného žáka, který nepopíše svůj postup dostatečně přesně. Směrem k učitelům text přinesl jednak poměrně znepokojující výsledky o potenciálně selhávající výuce (viz Slavík et al., 2014) co do očekávaného výstupu k periodické tabulce prvků i obecněji v oblasti strategií řešení problémů. Tato zjištění mají i platnost pro oborové didaktiky, zvláště pak v oblasti přípravy učitelů chemie.

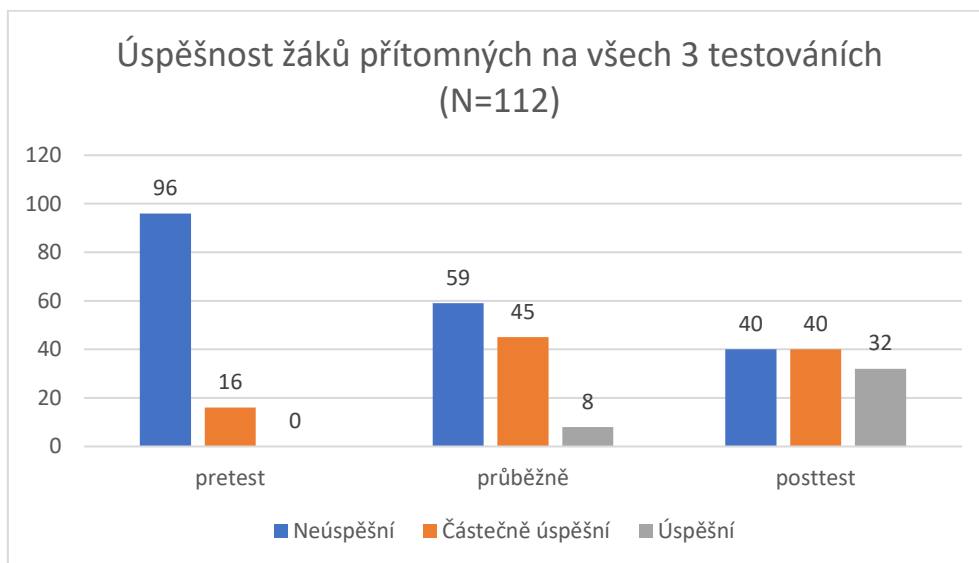
Zjištěné výsledky byly dále využity při tvorbě intervenčního plánu v navazujícím akčním výzkumu sdružujícího akademika/výzkumníka a učitele (viz Tóthová & Rusek, 2020)¹³. Intervence probíhala ve dvou blocích po dvou měsících. V jedné hodině chemie týdně žáci ve skupinách po max. čtyřech řešili problémové úlohy komplexního charakteru (typ PISA). V předchozí fázi zjištěné limitující strategie byly nahrazovány podporujícími především prostřednictvím učitelkou vyžadovaného: 1. popisu jejich úkolu žáky před řešením úlohy (na co mají odpovědět, v jaké formě bude jejich odpověď), 2. popisu naplánovaného postupu, 3. soupisu údajů, ze kterých budou žáci při řešení úloh vycházet. Pod vedením učitelky navíc probíhal rozbor jednotlivých kroků vedoucích k řešení daných úloh společně s analýzou chyb. Během samostatné práce žáků byla využívána technika semaforu – vyučující, či v hodině přítomný výzkumník, mohli věnovat pozornost přímo těm skupinám žáků, které vyžadovaly podporu.

Za účelem ověření efektu intervence žáci vyplňovali průběžný test (po dvou měsících), jehož výsledky dále vedly k drobným úpravám druhé části intervence. Po jejím skončení žáci vyplňovali post-test opět složený z problémových úloh srovnatelné obtížnosti. Souhrnné výsledky jsou uvedeny v grafu 6. Je zřejmé, že se vlivem intervence podařilo snížit podíl neúspěšných řešitelů, a naopak zvýšit podíl částečně nebo zela úspěšných řešitelů.

¹³ Tóthová, M., & Rusek, M. (2020). Rozvoj strategií pro řešení problémových úloh v chemii. In D. Greger, J. Simonová, M. Chvál, & J. Straková (Eds.), *Když výzkum mění praxi. Deset příběhů učitelů a akademiků zapojených do akčního výzkumu* (pp. 237-248). Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.

Možným vysvětlením neúspěchu žáků i po čtyřměsíční intervenci byly nedostatečné oborové základy získané na základní škole, motivace věnovat se problémovým přírodovědným úlohám a celkový přístup ke školním aktivitám.

Závěrem výzkumu bylo, že zvolený postup je vhodný pro rozvoj žáků, kteří ze základní školy měli určité základy ať už v oblasti znalostí nebo úrovně rozvinutosti strategií řešení problémů. Další výzkum je proto vhodné zaměřit na dvě oblasti: v pre-testu neúspěšné žáky a trvalost získaných strategií po uplynutí určitého času.



Graf 6 Srovnání úspěšnosti žáků

Další informace o výsledcích chemického vzdělávání na pomezí kognitivních a afektivních cílů výuky chemie přinesly obecněji zaměřené výzkumy. Ty byly založeny na dotazníku obsahujícím otevřené otázky umožňující sledování hloubky porozumění problematice žáky. Ti uváděli jak své chápání povahy chemie (nature of chemistry, NoC), tak její vnímanou důležitost jako oboru i oblasti učiva, které je ve výuce zaujaly. V poslední otázce uváděli svůj postoj k chemii prostřednictvím jejího „oznámkování“.

Výsledky žáků na začátku studia SOŠ (Rusek, 2011, 2013a)¹⁴ ukázaly, že po absolvování ZŠ více než 40 % žáků nemá představu o chemii jako oboru. Ve výzkumu žáků na konci devátého ročníku (Rusek et al., 2019)¹⁵ to bylo dokonce 67 %. V případě vzorku žáků ZŠ výsledky odhalily vliv školní úspěšnosti (sledováno prostřednictvím školního

¹⁴ Rusek, M. (2011). Postoj žáků k předmětu chemie na středních odborných školách. *Scientia in Education*, 2(2), 23-37. <https://doi.org/10.14712/18047106.21>

Rusek, M. (2013). Vliv výuky na postoje žáků SOŠ k chemii. *Scientia in Education*, 4(1), 33-47. <https://doi.org/10.14712/18047106.43>

¹⁵ Rusek, M., Chytrý, V., & Honskusová, L. (2019). The Effect of Lower-secondary Chemistry Education: Students' Understanding of the Nature of Chemistry and their Attitudes. *Journal of Baltic Science Education*, 18(2), 286-299. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.286>

hodnocení) na vnímání *NoC*. Žáci s lepší školní úspěšností prokázali vyšší porozumění *NoC* ve srovnání s méně úspěšnými žáky. To poukazuje na správnost školního hodnocení, které se zdá být zaměřeno komplexněji než jen na znalosti.

Žáci SOŠ na začátku středoškolského studia z chemie na ZŠ vnímali pozitivně pokusy. Pouze 10 resp. 15 % (výzkum z r. 2011 a 2013) uvedlo, že si nic nepamatují, nebo je nic nezaujalo. Oproti tomu žáci ZŠ jako tři nejdůležitější uvedli témata (1) látky (složení a vlastnosti), (2) prvky, atomy a molekuly a (3) chemické reakce, přeměny látek a změny skupenství. Pokusy byly překvapivě považovány za zajímavé jen cca 7 % žáků. Praktické využití chemie si uvědomovalo a na příkladech dokázalo přes 40 % žáků SOŠ, cca 25 % uvedlo využití při poznávání přírody a cca 15 % zmínilo i BOZP). Přibližně 15 % však uvedlo, že „chemie je k ničemu“. Pouze 28 % žáků ZŠ uvedlo praktické využití chemie a 16 % otázku bezpečnosti. Jako neužitečnou chemii hodnotilo 12 % respondentů.

Další zjišťovanou položkou bylo obecné hodnocení chemie jako školního předmětu. V obou výzkumech na SOŠ i ZŠ byl výsledek shodně na střední škály. Žáci dosahující lepších školních výsledků přitom měli tendenci lépe hodnotit chemii jako školní předmět.

Oba uvedené výzkumy publikované v roce 2013 mimo vstupního dotazníku využily i post-test zadaný žákům na konci školního roku. Ve výsledcích byl identifikován pozitivní posun v jejich vnímání *NoC* (především snížení podílu žáků, kteří nemají o *NoC* představu), vnímání praktických poznatků do života nebo nárůst pozitivního vnímání pokusů ve výuce (Rusek, 2013a). Přesto z výsledků uvedené série studií vyplývá, že stávající, tradiční přístup k výuce chemie (viz Vojíř & Rusek, 2020) na základních školách vykazuje značné rezervy v prezentování *NoC*, přínosu (znalosti) chemie a v neposlední řadě i rozvoje postojů žáků.

Východisky zmíněnými v uvedených textech jsou volba relevantního obsahu (Stuckey et al., 2013), uplatňování mezipředmětových přesahů nebo dokonce zavedení integrovaného předmětu typu *science*, který by v reakci na zjištěný stav mohl vhodněji prezentovat přínos jednotlivých disciplín na všeobecných tématech. Předpokladem však je skutečná integrace založená na tzv. Velkých myšlenkách (např. Osborne, Collins, et al., 2003), nikoli pouhé seskládání témat do časového plánu. Dalším uváděným východiskem je zvyšování názornosti předkládaného učiva, zvláště využitím ICT, tj. modelování a animace, ale také prostřednictvím aktivizačních nebo inscenačních metod, kterými dojde k dalšímu přiblížení přírodovědných principů žákům.

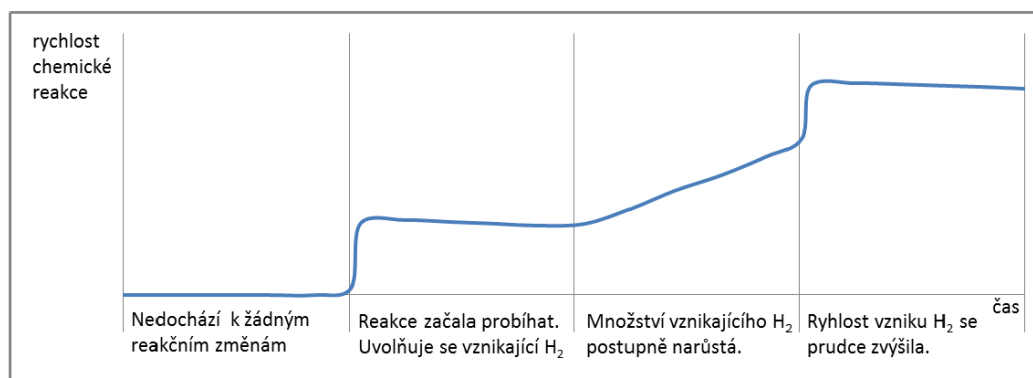
Z hlediska aktivizace žáků a jejich komplexního rozvoje za zmínku stojí sady učebních úloh vytvořených v projektu METKOM jako modelové úlohy k již zmíněným Standardům pro základní vzdělávání. Publikace *Metodické komentáře a úlohy ke Standardům pro*

základní vzdělávání – chemie (Holec & Rusek, 2016) obsahuje sedm trojic úloh. S jistým omezením mohou sice být využity jako úlohy k ověřování dosažení očekávaných výstupů žáky. Záměrem autorů však bylo spíše poskytnout námět na učební úlohy, tj. úlohy, jejichž řešením se žáci učí jak danému učivu, tak rozvíjejí oborové myšlení (srov. Vojtř et al., 2017).

Ukázkou může být např. úloha, při níž mají žáci na základě H-vět identifikovat látky z domácnosti (garáže/dílny) a doplnit k nim příslušné výstražné symboly. Při řešení úlohy jsou žáci nuceni propojit znalosti o vlastnostech i jejich nebezpečnosti: ředidla, kyseliny chlorovodíkové, motorové nafty, čistícího přípravku Krtek (NaOH), jedu na krysy a acetylen (Holec & Rusek, 2016, pp., s. 8-11).

Druhým příkladem je úloha motivovaná tématem baterií, k jejichž výrobě je zapotřebí připravit chlorid manganatý. Žákům je následně poskytnut graf závislosti reakční rychlosti na čase. Jejich úkolem je doplnit do grafu jednotlivé fáze: zahřívání, přidavek 25% roztoku kyseliny, přidavek 10% roztoku kyseliny, přidavek manganu (viz Obr. 3.).

Prohlédněte si níže uvedený graf závislosti reakční rychlosti na čase. K jednotlivým úsekům grafu přiřadte kroky postupu prof. Zátky při přípravě $MnCl_2$. Řešení zaznamenejte vepsáním písmen do částí grafu.



Obrázek 3 Ukázka grafu coby součásti zadání úlohy, zdroj: (Holec & Rusek, 2016, s. 64)

V této úloze žáci aplikují znalosti vlivu teploty a koncentrace výchozích látek na rychlost reakce na zcela konkrétním příkladu (Holec & Rusek, 2016, pp., s. 62).

Ukázkou úlohy rozvíjející schopnost čtení tabelovaných dat je úloha zaměřená na vlastnosti vybraných organických látek. Žáci mají k dispozici údaje uvedené v tabulce 5. Jejich úkolem je rozhodnout o následujících tvrzeních za laboratorních podmínek:

- | | | |
|----------------------------|-----|----|
| Benzen je plynná látka. | ANO | NE |
| Isooktan je kapalná látka. | ANO | NE |
| Naftalen je pevná látka. | ANO | NE |
| Toluen je plynná látka. | ANO | NE |

Tabulka 5 Zadání úlohy, zdroj Holec & Rusek (2016, s. 78)

chemická látka	teplota tání / °C	teplota varu / °C	hustota / g/cm ³
methan	-182,5	-161,5	0,676
toluen	-93,0	110,6	0,867
benzen	5,5	80,1	0,877
isooktan	-107,38	99,3	0,688
naftalen	80,0	218,0	1,140

Pro řešení úlohy je zásadní znalost laboratorních podmínek (teplota 20, resp. 23 či 25°C a tlak 101,325 kPa). Dále se předpokládá znalost významu pojmů teplota tání a teplota varu. Žáci z dat v tabulce vyčtou teploty, při kterých u dané látky dochází ke změně skupenství (Holec & Rusek, 2016, s. 76). Tato dovednost je především ukázkou obecně platného principu přírodních věd založených více než na memorování na logickém odvozování a aplikaci nalezených údajů.

Ve výše uvedených výzkumech byl identifikován obsah afektivních cílů pouze okrajově. Další práce proto byly zaměřené na možné faktory ovlivňující postoje žáků k přírodovědným předmětům s konkrétním zaměřením na chemii.

Výuka chemie tradičně (Vojír & Rusek, 2020) začíná až v osmém ročníku ZŠ, tj. je posledním z vyučovaných předmětů. To se může negativně odrážet v zájmech žáků, kteří si již směr svého zaměření zvolili (srov. Janoušková et al., 2014). Negativní nebo rezervované postoje žáků následně ovlivňují jak výuku samotnou (např. uplatnění metod výuky jako otevřené bádání nebo projektové vyučování – metod založených na autonomii žáků a jejich snaze zapojit se do vlastního procesu), tak i budoucí trh práce. Dlouhodobé negativní postoje žáků, a přeneseně celé společnosti, se zákonitě promítají do zájmů o studijní obory a pracovní místa. Z tohoto důvodu je zapotřebí věnovat pozornost i této problematice. Postoje jsou v kurikulu ČR zakomponovány již do klíčových kompetencí. Na úrovni oborů jsou ukotveny v charakteristice vzdělávacích oblastí.

Postoje žáků jsou poměrně často sledovaným fenoménem (Osborne, Simon, et al., 2003). V oblasti přírodovědného vzdělávání byly zkoumány jak postoje vysokoškoláků (např. Sasway & Kelly, 2020), tak středoškoláků (Hassan, 2008). Řada výzkumů se zaměřovala na postoje žáků a studentů k jednotlivým přírodovědným oborům (Bílek, 2008; Grecmanová & Dopita, 2011; Prokop et al., 2007). Poměrně značné množství výzkumů bylo věnováno i postojům žáků k chemii (viz např. Kubiátko et al., 2012; Salta & Koulougliotis, 2015; Salta & Tzougraki, 2004; Veselský & Hrubíšková, 2009). Nástrojem typicky využívaným v těchto výzkumech je dotazník (viz např. Hassan, 2008; Salta & Tzougraki,

2004), využit byl i sémantický diferenciál (Bauer, 2008; Brandriet et al., 2011; Kubiátko, 2016) nebo Q-metodologie (např. Young & Shepardson, 2018).

Výsledky se typicky pohybují v negativních až neutrálních hodnotách, a to jak na mezinárodní, tak národní úrovni. Konkrétně v případě chemie bývá za typickou příčinu negativních postojů mimo pozdějšího zařazení chemie do výuky označována její značná abstraktnost, obtížnost a v některých případech i rigidita způsobu výuky (viz Rusek, 2013b).

Bližší vysvětlení přinesl výzkum zaměřený přímo na postoje žáků k chemii po absolvování základní školy (Rusek, 2014a)¹⁶. Vycházel z rozsáhlejšího dotazníkového šetření, v němž po vzoru zahraničních výzkumů hodnotu postoje tvořily dimenze zájmu, obtížnosti, vnímání učitele, využívání pokusů a technologií. Respondenty byli opět žáci prvního ročníku SOŠ, a byl tak sledován efekt výuky chemie na ZŠ.

Z výsledků vyplynulo, že žáci o chemii zájem spíše nemají (považují předmět za „spíše nudný“). Rovněž z hlediska užitečnosti žáci předmět hodnotili jako „spíše neužitečný“. Hodnotu jejich postoje dále ovlivňuje přesvědčení, že obor je poměrně obtížný. Zjištěná role učitele byla mírně pozitivní (dimenze zajímavosti prezentovaného učiva i žáky vnímané odbornosti učitele). Výjimku tvořila otázka, ve které žáci vyjádřili, že by spíše chtěli jiného učitele. Se srozumitelností vzdělávacího obsahu a jeho zajímavostí pravděpodobně souvisí i výsledek, že učitelé ICT spíše neužívali.

Tentýž dotazník byl stejným žákům zadán i po absolvování výuky chemie na SOŠ. Postoje žáků k *zajímavosti* chemie se mírně zlepšily, ovšem stále zůstaly na neutrálních až negativních hodnotách. Rovněž v dimenzi *náročnosti* došlo k statisticky významnému posunu hodnot odpovědí k neutrálním hodnotám. V dimenzi *pokus* byl zaznamenán významný posun do pozitivních hodnot. Zdá se tedy, že zařazení chemie do RVP SOV mělo jistý význam. Při zachování v textu naznačeného přístupu k výuce jsou výsledky slibnou premisou pro další zvyšování atraktivnosti výuky chemie i na těchto typech škol.

4.2. Experimentální činnosti ve výuce chemie

Výrazným výsledkem společným výše uvedeným výzkumům je, že žáci vyjádřili pozitivní postoj k pokusům ve výuce. Jejich výskyt ve výuce však hodnotili jako zřídka. Zájem žáků mít ve výuce více pokusů však neumožňuje hodnotit povahu či kvalitu samotných pokusů. V tomto smyslu se tak nabízí propojení s výsledky PISA (Blažek

¹⁶ Rusek, M. (2014). Efekt zařazení chemie do kurikula středních odborných škol nechemického zaměření. *Scientia in Educatione*, 5(2), 13-29. <https://doi.org/10.14712/18047106.113>

& Příhodová, 2016). Ty naznačují spíše negativní efekt zařazení pokusů na přírodovědnou gramotnost žáků. Z tohoto výzkumu vychází, že v ČR, stejně jako ve většině ostatních zemí, byly úspěšnější žáci, se kterými učitelé vyhodnocovali závěry pokusů pouze v některých hodinách nebo nikdy (Blažek & Příhodová, 2016). To dále poukazuje na značné rezervy v přístupu k výuce přírodovědných předmětů především k jejich experimentální složce.

Tento výsledek je pravděpodobně způsoben nízkou frekvencí zapojování pokusů do výuky, a především převládající zamýšlený motivační charakter. Neslouží tak zpravidla jako informační zdroj, pouze (soudě dle zařazení v učebnicích) potvrzují výklad učitele. Škoda a Doulík (2009a) poukázali na převládající teoretický styl učení bez důrazu na získání nových poznatků na základě reálných představ a pochopení učiva, které je v případě chemie vyvozeno z empirického zkoumání. Nízký podíl experimentálních činností je rovněž uváděn jako jeden z důvodů nízkého zájmu žáků o chemii. Absence pokusů je také v přímém rozporu jak s cíli výuky chemie definovanými v RVP, tak s cíli přírodovědného vzdělávání definovanými skrze přírodovědnou gramotnost (Dillon, 2009). V neposlední řadě tak nejsou rozvíjeny zásadní kompetence žáků v rovině porozumění povaze:

- přírodních věd (*Nature of Science* – viz Lederman et al. (2002)),
- přírodovědného pozorování (*Nature of Scientific Investigation* – viz Schwartz a Lederman (2008)),
- přírodovědného myšlení (*Nature of Scientific Thinking* – viz Park (2007)).

Tyto tři uvedené oblasti v mnoha kurikulech fungují ve výrazném propojení. Je z nich zřejmé, že jde o základní atributy potřebné v případě, že si žáci vyberou další studium, a posléze i kariéru v oblasti přírodovědných oborů, i v případě, že jde „jen“ o rozšiřování obzorů budoucích občanů. I když je uvedené kompetence možné rozvíjet prostřednictvím komplexních (příp. učebních) úloh (viz např. Vojír et al., 2017), bez dostatečného zařazení experimentálních činností k jejich rozvoji dojde pouze částečně, a cíle vzdělávání uvedené v RVP, případně 2. a 3. pilíř PŘG (viz *Gramotnosti ve vzdělávání: příručka pro učitele*, 2011) bez nich rozvíjet prakticky nelze.

Informace o edukační realitě v oblasti chemického pokusu však byly poměrně kusé. Současný stav chemického pokusu byl proto představen v příspěvku Ruska a kol. (2020)¹⁷ zpracovaném v rámci projektu TA ČR BEDOX - Evaluace postupů pro bezpečnou praktickou výuku chemie ve školách. Východiskem pro jeho zpracování byla nejasnost

¹⁷ Rusek, M., Chroustová, K., Bílek, M., Skřehot, P. A., & Hon, Z. (2020). Conditions for experimental activities at elementary and high schools from chemistry: Teachers' point of view. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, 15(1-2), 93-100. <https://doi.org/10.2478/cdem-2020-0006>

v legislativním ukotvení nakládání s chemickými látkami nezletilými žáky (Holzhauser & Matuška, 2019a, 2019b) a problematika (nedostatečného) pomůckového vybavení (Beneš et al., 2015). Otázky frekvence provádění pokusů, povědomí učitelů o problematice bezpečnosti, jimi vnímaná úroveň vlastních znalostí legislativy a v neposlední řadě látky, se kterými ve výuce pracují, však zůstávaly nezodpovězené. Objasnění těchto aspektů se stalo cílem komentovaného článku.

Vzorek tvořili učitelé na základních školách (ZŠ), gymnáziích (G) a školách s oborem lycea (L). Vzorek byl stratifikovaný podle typů škol i jejich počtu v jednotlivých krajích. Výsledky naznačují poměrně nízkou frekvenci zařazování pokusů do výuky chemie. Učitelé gymnázií uvedli, že pokusy zařazují alespoň jednou za měsíc. Učitelé základních škol a lyceí méně často. Přitom se na všech těchto typech škol jedná převážně o pokusy prováděné učitelem, typicky demonstračního charakteru. Pro výběr i provedení pokusů je dále podstatné, kde probíhají. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 5. Zatímco laboratoř má k dispozici pouze 18 % učitelů ZŠ, na G je to až 93 %.

Tabulka 6 Prostorové dispozice škol pro experimentální činnost

	ZŠ	Gymnázium	Lyceum
Učebna chemie	72 %	22 %	29 %
Běžná třída	28%	76 %	41 %

Výsledky samy o sobě poukázaly na nízkou frekvenci experimentální činnosti na všech sledovaných typech škol. S hodinovou dotací min. 60 hodin ročně a frekvencí nižší než měsíc tak učitelé učí některá témata, aniž by se k nim vázal pokus, nebo dokonce dané poznání vycházelo z experimentální činnosti. Tento stav může vést až z úplné absenci rozvoje schopností žáků bádát, navrhovat přírodovědný pokus, provádět měření, vyhodnocovat data a tvořit závěry.

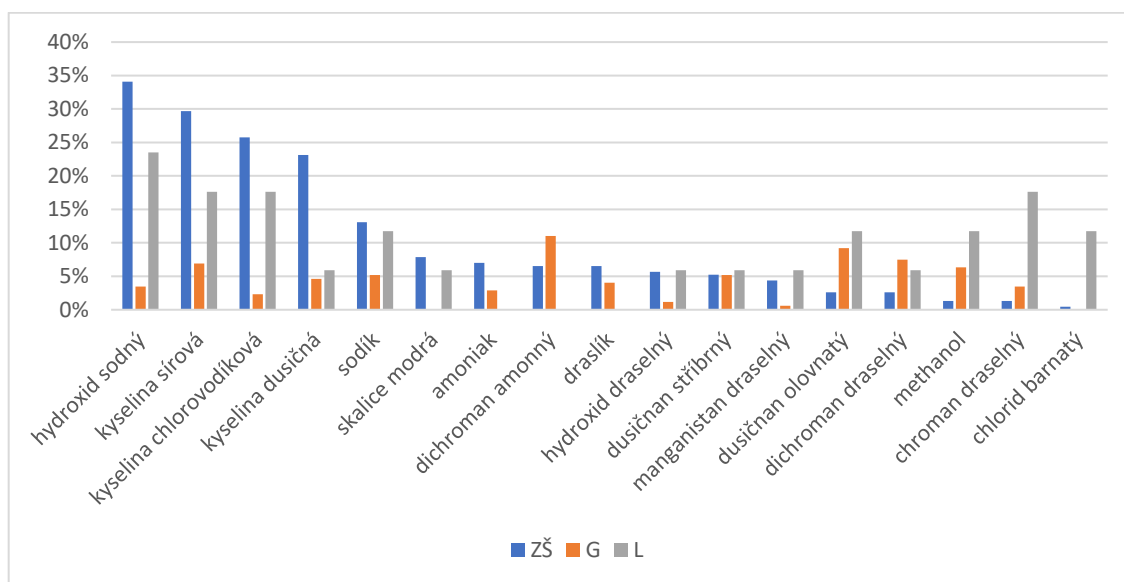
S ohledem na možnou nápravu dané situace podstatné výsledky přinesla pasáž výzkumu orientovaná na zdroje námětů pro experimentální činnost, které respondenti využívají. Nejčastějším zdrojem námětů jsou učebnice (18 %), internet (18 %) a kurzy nebo semináře (15 %). Učitelé gymnázií přitom vycházejí jak z učebnic ZŠ, tak G, uvedli i inspiraci z vysokoškolských skript (12 % učitelů G). Jelikož dosud chybí práce zaměřená na pokusy zařazené v učebnicích, jsou stávající informace o typech a provedení pokusů nejasné.

V tomto ohledu výzkum přinesl apel na zvýšení pozornosti věnované experimentální činností v průběhu pregraduálního studia učitelů i v kurzech dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků. Téměř 40 % učitelů chemie na ZŠ s praxí do tří let považuje

průpravu pro svou experimentální praxi za dostatečnou. Oproti tomu jejich kolegové s delší praxí by uvítali větší průpravu již při VŠ studiu.

Tento podnět k přípravě učitelů ovšem spíše naráží na nastavení studijních programů (podíly oborové a oborově-didaktické průpravy). Nabízí se ale i varianta úpravy standardních kurzů typu „Laboratoř anorganické chemie“, „Laboratoř organické chemie“ do podoby aplikovatelné ve školních podmínkách co do způsobu prezentace těchto aktivit i z hlediska jejich obsahu.

Přesnější informace o konkrétních pokusech zařazovaných do výuky přineslo zkoumání využívaných látek, od nichž se odvíjejí i pokusy, které na školách učitelé žákům předvádějí, řidčeji pak provádějí se žáky. Z výsledků je patrné, že mezi látkami, které učitelé uvedli jako nejčastěji užívané, není spojitost naznačující jejich využití pro konkrétní pokus. Přehled používaných látek je uveden v grafu 7.



Graf 7 Nejčastěji používané chemikálie podle typu školy

Výsledky naznačují, že experimentální činnost na školách je zaměřena převážně na anorganickou chemii. Výsledek je pochopitelný vzhledem ke snazšímu provedení většiny anorganických pokusů. Ta spočívá jak v pomůckovém vybavení, jednodušším popisu použitých látek i v délce trvání.

Pouze v jednotkách procent učitelé ZŠ uvedli ethanol, methanol, toluen a aceton. Také učitelé G a L uvedli použití organických látek pouze v ojedinělých případech. Pro platnost tohoto závěru by samozřejmě bylo zapotřebí provést sérii pozorování přímo ve škole či analýzu prováděných pokusů a laboratorních prací. S ohledem na zjištěnou frekvenci pokusů by to však znamenalo spíše domluvu s vyučujícím, aby pokus v hospitované hodině zařadil,

což je opět mimo zkoumání běžné reality škol. Jako další možnosti se nabízí analýza laboratorních deníků žáků, zápisů do třídních knih či jiné dotazníkové šetření přímo zaměřené na konkrétní pokusy. I to však není pevně metodologicky ukotveno, jelikož podrobnost zápisu do třídních knih není přímo daná, stejně tak nutnost uvádět plánované pokusy v ŠVP, o vedení laboratorních deníků žáky nemluvě.

Z textu vyplývá apel na další autory zabývat se badatelským potenciálem běžně uváděných chemických pokusů i častějším zaváděním experimentálních činností do výuky.

Jedním z faktorů, který je hojně uváděn jako důvod nízké četnosti zařazování pokusů, je pomůckové vybavení. V příspěvku (Beneš et al., 2015)¹⁸ byla popsána geneze a současný stav vybavení pro experimentální činnost ve výuce chemie. Argument absence pokusů z důvodu nedostatku vybavení je tak dle autorů založen na neinformovanosti vyučujících.

Jde o přehledovou studii jednotlivých dostupných souprav. Představeny jsou i nové, nyní běžně cenově dostupné soupravy pomůcek a chemikálií určené pro chemické demonstrační pokusy na druhém stupni základních škol případně na nechemicky zaměřených středních odborných školách, pro zájmovou činnost i pro využití v mateřských školách. Součástí je i stručný přehled vybavení pro experimentální činnost doplněnou ICT, tj. senzory. Podrobnější pozornost byla věnována *Přenosné laboratoři chemie* a soupravě *Tajemství přírody* vytvořených na UK PedF. Obě tyto soupravy jsou vhodným řešením absence chemikálií i nádobí pro experimentální činnost. Počty pokusů, které nabízejí v oblasti demonstrací učitele či žáka, představují více než dostačující alternativu absentujícím skladům chemikálií a laboratořím.

S cílem dále podpořit experimentální činnost v návaznosti na náměty pokusů uvedené v příručce k *Přenosné laboratoři* v rámci zmiňovaného projektu BEDOX vznikla databáze videozáznamů pokusů obsahující detailní popis bezpečnosti práce i metodiku k daným pokusům. Provedení zařazených pokusů sleduje níže uvedená východiska.

Demonstrace by měla ukázat pouze prezentovaný jev a potlačovat jevy doprovodné, které by mohly komplikovat porozumění (Trna, 2013). Mezi základní rysy efektivního pokusu tak patří především jeho transparentnost, jasně viditelná změna, výsledek nevyžadující další vysvětlení učitelem, důraz na aktivní roli žáka ať už v roli experimentátora nebo (alespoň) při návrhu postupu, tvorbě předpokladů či hypotéz, po

¹⁸ Beneš, P., Rusek, M., & Kudrna, T. (2015). Tradice a současný stav pomůckového zabezpečení edukačního chemického experimentu v České republice. *Chemické listy*, 109(2), 159-162. <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/404/404>

samotné zdůraznění významu nabytého poznání pro další oblasti chemie nebo praktické využití sledované reakce.

Mezi vhodnými žákovskými pokusy, při kterých je důraz více než na detailní vysvětlení probíhajících dějů kladen na operace nezbytné ke schopnosti samostatného provádění pokusů, tj. jakousi experimentální propedeutiku, v databázi pokusů z projektu BEDOX patří např.:

- reakce octa a jedné sody v provedení sopky (v plastelině na stole či pod vodou v menší Erlenmeyerově baňce), rakety (např. v tubě od šumivých tablet), granátu (v plastovém pouzdru od Kinder vajíčka),
- sledování rychlosti reakce v závislosti na podmínkách – povrch reagující látky (například CaCO_3) s HCl o různých koncentracích za různé teploty (kádinka s horkou nebo ledovou vodou),
- alternativa výše uvedeného sledu reakcí zjišťováním podmínek vyhovujících kvasinkám – hledání optimální teploty i množství přidaného cukru měřeno přes produkci CO_2 ,
- aktivita „kdy zhasne svíčka“ – studium procesů a optimalizace uspořádání pro efektivní měření apod.

Reakcemi s potenciálem pokusu a cílem hlubšího demonstrování chemických principů jsou ve zmíněné databázi zařazeny např.:

- příprava a důkaz vodíku – reakcí zinku s kyselinou chlorovodíkovou připravíme vodík, který jímáme do zkumavky, plechovky či do vody obsahující saponát či varianta s reakcí alobalu s kyselinou chlorovodíkovou s přídavkem skalice modré v Erlenmeyerově baňce
- amoniaková fontána – reakce amoniaku s vodou s využitím fenolftaleinu jako indikátoru
- sled reakcí lithia, sodíku a draslíku s vodou,
- vlastnosti propan-butanu – uchovávání, teplota varu, hustota, hořlavost
- příprava a vlastnosti ethynu – příprava reakcí karbidu vápenatého s vodou, využití fenolftaleinu, zapálení produktu reakce,
- oxidace ethanolu po vložení rozžhaveného měděného plechu aj.

Rovněž u těchto reakcí se jedná o jasné ukázky nevyžadující další vysvětlování ze strany učitele. Samozřejmě v případě práce s ohněm či kyselinami je zapotřebí zvýšené opatrnosti. Daná opatření ovšem nejsou na úkor proveditelnosti i v podmínkách běžné třídy.

S ohledem na zapojení žáků někteří autoři (např. Held, 2011; Rusek, Slavík, et al., 2016; van den Berg, 2013) diskutovali efektivitu experimentu, zvláště kvůli nedostatečnému důrazu na přemýšlení žáků při probíhajícím pokusu. Tyto názory jsou především opřeny o samotnou činnost žáků při realizaci pokusu. V případě nejčastější varianty – demonstrací učitele (Rusek, Chroustová, et al., 2020) – hrozí značné riziko pouhého „představení“ (z pozice žáka tak sledování byť efektního pokusu) bez skutečného přínosu pro rozvoj znalostí, dovedností či chemického myšlení žáka.

Téma experimentální činnosti ve výuce proto v posledních letech významně doplnily iniciativy propagující badatelsky orientované vyučování (Rocard et al., 2007) reagující právě na uvedená rizika experimentální činnosti. S určitým zpožděním se toto téma dostalo i do českého odborného diskurzu (Papáček, 2010). Badatelsky orientované vyučování (inquiry-based education) je vědomý proces, při kterém jedinec formuluje problémy, kriticky je hodnotí, experimentálně ověřuje, posuzuje alternativy, plánuje, zkoumá a ověřuje, vyvozuje závěry, vyhledává informace, vytváří modely studovaných dějů, a formuluje argumenty (Linn et al., 2004). Je tak zřejmé, že jedinec v centru vzdělávacího procesu (viz např. Kaya, 2008), je v průběhu výuky veden k podobným operacím, která jsou blízká práci vědců v praxi.

Z pohledu aktivity žáka Banchi a Bell (2008) definovali čtyři úrovně bádání:

- potvrzující bádání – žáci ověřují výsledky, přičemž mají k dispozici otázku i postup,
- strukturované bádání – žáci formulují vysvětlení zkoumaného jevu, přičemž mají k dispozici otázku i možný postup,
- nasměrované bádání – žáci řeší výzkumnou otázku zadanou učitelem,
- otevřené bádání – žáci si kladou otázku, vymýšlejí postup i realizaci a formulují závěr.

V současnosti disponuje odborná veřejnost i řadou metaanalýz zaměřených na efektivitu badatelsky orientovaného vyučování (Aktamiş et al., 2016; Estrella et al., 2018; Furtak et al., 2012; Lazonder & Harmsen, 2016). Zjištěný rostoucí trend efektu zařazování takto pojaté výuky poukazuje na její slibný potenciál. V rámci české didaktiky chemie se na badatelsky orientovanou výuku zaměřovaly především disertační práce Zámečnickové (2016) a Sotákové (2018). Řada prací byla publikovaná i v indexovaných konferenčních sbornících (např. Fiala & Honskusová, 2020; Kuncová & Rusek, 2020; Teplá et al., 2020; Vojíš et al., 2019). Jedná se o práce ukazující efekt zařazení jednotlivých badatelských aktivit do výuky.

Přechod od dominujícího přístupu demonstrací efektních pokusů k začleňování experimentálních aktivit zaměřených na aktivizaci žáka byl sledován v akčním výzkumu

Tóthové et al. (2020)¹⁹. Cílem bylo zjistit, *jakým způsobem lze zařadit prvky badatelsky orientované výuky do demonstračního pokusu*. Výzkum byl veden klasickými fázemi akčního výzkumu dle Kuhna a Quigleyho (1997): 1. identifikace problému a určení oblasti pro intervenci včetně jejího plánování, 2. implementace intervence a 3. reflexe efektu provedené intervence.

Výzkumný vzorek tvořili žáci osmého a devátého ročníku ZŠ a jejich učitel chemie. Po vzoru výzkumů zaměřených na efektivitu badatelsky orientovaného vyučování (např. Gormally et al., 2009; Taylor & Bilbrey, 2012) byl hodnocen stav experimentů využívaných při výuce učitelem na začátku výzkumu (běžný stav), dále stav v průběhu intervence a stav na konci. Využit při tom byl hodnotící arch sestavený z dostupných nástrojů Balogové a Ješkové (2016), Fraddové et al. (2001) a Žáka (2019). Druhým nástrojem byl rozbor žáky psaných popisů sledovaných pokusů. Pokusy byly hodnoceny podle dvou kritérií: faktická správnost popisu a zapojení principu experimentu do vlastního popisu jako nerozvinuté či objasňující princip pozorovaného děje. Výsledky byly doplněny i rozhovory s učitelem.

Z pozorování výuky vyplynul nízký důraz na aktivitu žáků. Učitel předváděl demonstraci hašení zapáleného hořčíku, ukázkou rozkladu peroxidu vodíku či pokus známý pod označením „Blesky ve zkumavce“ – reakce manganistanu draselného s kyselinou sírovou převrstvenou ethanolem. V daném pojetí však šlo o pouhou demonstraci sledovaných dějů doplněnou o zápis rovnice. Zvláště v posledním případě je chemismus reakce natolik složitý, že daná demonstrace neplní požadovaný efekt. Nejednalo se tak o aktivitu, která by měla potenciál rozvíjet žáky ve výše uvedených oblastech.

Intervenční plán byl proto vytvořen s cílem přenést aktivitu z učitele na žáka prostřednictvím prvků badatelské výuky. V šesti vyučovacích hodinách (intervence) učitel prováděl pokusy dle předpisu zpracovaného ve spolupráci s výzkumníky. Předpis obsahoval jak pokus samotný, tak scénář, podle kterého učitel s žáky pracoval, tj. včetně otázek a úkolů. Příkladem takového postupu je sledování rozkladu peroxidu vodíku. Nejprve žáci zkoumali vlastnosti peroxidu vodíku, tj. látky jim známé, používané k lékařským účelům. Motivací je v jejich tematické vrstvě (viz dále) obsažené šumění peroxidu v ráně, tj. viditelný rozklad. Žáci byli nejprve vedeni ke sledování barvy, zápachu, skupenství, pH, následně se věnovali produktům rozkladu peroxidu vodíku. Jaký může unikát plyn? Jak jej dokázat? Jak dokázat

¹⁹ Tóthová, M., Rusek, M., Matoušová, P., & Solníčka, O. (2020). Zaměřeno na chemické pokusy: výsledky akčního výzkumu. In M. Rusek, M. Tóthová, & K. Vojíš (Eds.), *Project-based Education and Other Activating Strategies in Science Education XVII*. (pp. 199-208). Charles University, Faculty of Education. WOS: 000567209500023

další, teoreticky možné přítomné plyny? K čemu by došlo po přiložení hořící nebo doutnající špejle do tohoto plynu? Až poté následuje zápis rovnice kapalina \rightarrow kapalina + plyn s doplněním konkrétních látek v dalším kroku.

Výsledky akčního výzkumu ukázaly, že jak v pojetí experimentální výuky učitelem, tak ve schopnosti žáků reflektovat pokusy došlo v 8. i 9. ročníku ke značnému zlepšení. Z původní demonstrace některých jevů bez reálného didaktického přínosu (Rusek, Slavík, et al., 2016; Trna, 2013) došlo k posunu k provedení majícímu vliv na schopnost žáků pozorovat pokus a vyvozovat z něj závěry.

Výsledky výzkumu přinesly i další implikace pro praxi. Učitelem volené pokusy, byť vybrané na základě portfolia pokusů z jeho vysokoškolské přípravy, neměly vhodný potenciál pro efektivní provedení ve škole. Z rozdílů výsledků do výzkumu zapojených tříd po aplikování stejného přístupu učitele k experimentům vyplývá, že samotné zapojení prvků BOV nezvyšuje pochopení pokusů žáky. Vliv zde samozřejmě může hrát jejich četnost (viz výše). Jako zásadní se ukázala již zmíněná volba použitého pokusu.

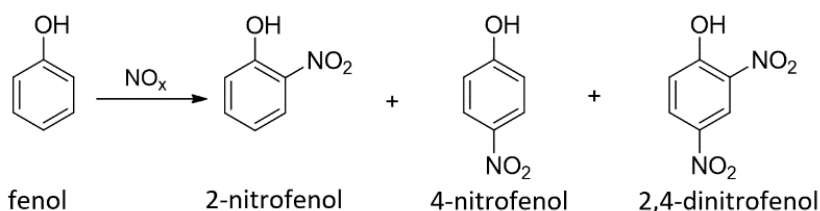
Příklady aktivit v této oblasti jsou badatelské úlohy založené na tzv. *tip cards* – předpřipravených částech návodu práce žáků, které však učitel poskytne žákům až přesvědčí-li se, že se sami k dalšímu kroku bez pomoci nedoberou. Jejich tématem byl kyslík, a to jak ze strany jeho dýchání člověkem, tak produkcí zelenými rostlinami (Kuncová & Rusek, 2019; Kuncová & Rusek, 2020).

První úloha zaměřená na dýchání byla motivovaná otázkou, který plyn nadechujeme a který vydechujeme. Typickou odpovědí (být velmi nepřesnou) je, že vdechujeme kyslík a vydechujeme oxid uhličitý. Následovala pak otázka, jak je tedy možné, že funguje metoda umělého dýchání z úst do úst. Jak je dále popsáno v citovaných textech, žáci s využitím plastových sáčků a senzoru kyslíku prováděli měření: množství kyslíku v místnosti (nadechovaný vzduch), množství kyslíku ve vydechovaném vzduchu a množství kyslíku v opakovaně vydechovaném vzduchu. Mimo poznání, že z pohledu složení vzduchu je majoritní složkou nadechovaného i vydechovaného vzduchu dusík, se žáci sami dobrali poznání o průměrné spotřebě kyslíku při nádechu a výdechu a kritické hranici koncentrace kyslíku, při které již dýchání není možné. Dotazníkem vnitřní motivace byl navíc zjištěn motivační potenciál takto pojaté úlohy (viz Kuncová & Rusek, 2020).

Paralelní úloha zaměřená na fotosyntézu podobným způsobem vedla žáky ke sledování vlivu světla na produkci kyslíku zelenou rostlinou. Žáci opět používali sondu kyslíku, s ní kompatibilní nádobu se zelenou rostlinou a různé zdroje světla. Jedna ze skupin si navíc vyžádala i sondu UV záření. Žáci následně měnili světelné podmínky a zaznamenávali

naměřené hodnoty. Ověřili si tak předpoklad nejvyšší produkce kyslíku na přímém slunečním svitu, u některých skupin žáků aktivita dospěla i k hlubšímu zkoumání vlivu zdroje světla (přisvicování baterkou mobilního telefonu nemělo vliv). I tato aktivita se s využitím dotazníku IMI prokázala jako motivační (Kuncová & Rusek, 2020).

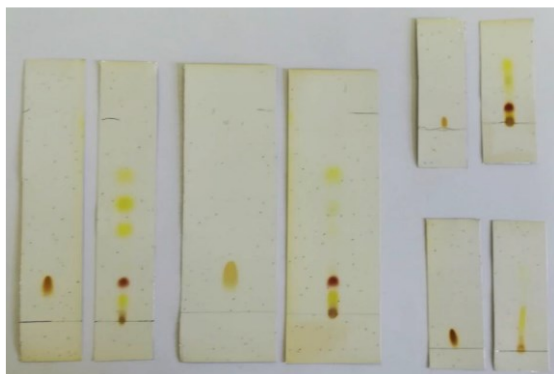
Ukázkou pokročilejší aktivity je úloha zaměřená na nitraci aromatických sloučenin jako model reakcí probíhajících v atmosféře. Navržená aktivita představuje studentům (nebo žákům ve vyšších ročnících středních škol) snadno probíhající reakce fenolu s oxidy dusíku. V rámci těchto reakcí vznikají nitrofenoly (Obr. 4), jejichž strukturní blízkost s identifikovanými karcinogeny je zřejmá (Stiborová, 2002).



Obrázek 4 Produkty nitrace fenolu, zdroj: Vojíř et al. (2019, s. 134)

Studenti nejprve nanášeli fenol na tenkou vrstvu sorbentu. Vzorky pak na zhruba 5 sekund vkládali do skleněné vany obsahující nitrózní plyny připravené reakcí dusitanu sodného a koncentrované kyseliny chlorovodíkové. Pomocí tenkovrstvé chromatografie s toluenem jako mobilní fází studenti oddělovali jednotlivé produkty. Světlé nitrofenoly byly detekovány okouřením parami amoniakem za vzniku nitrofenolátů výrazně žluté, tedy lépe pozorovatelné, barvy (Vojíř et al., 2019).

Chromatogramy (Obr. 5) získané při pilotním ověření aktivity ukázaly její funkčnost. Ta se dále projevila jak v písemných výstupech studentů z laboratorní úlohy, tak v hodnotách jejich vnitřní motivace zjištěných dotazníkem IMI (Vojíř et al., 2019).



Obrázek 5 Výsledky chromatografie studentů, zdroj: Vojíř et al. (2019, s. 138)

Významným prvkem výuky je hodnocení potenciálu zařazeného pokusu na funkci vyučovací situace. Tuto možnost nabízí metodika 3A (Slavík et al., 2014) využívaná obecně

k hodnocení vyučovacích mikrosituací, za níž lze považovat i edukační pokus. Příspěvek věnovaný obsahové konstrukci a didaktickému uplatnění přírodovědného edukačního experimentu ve výuce chemie (Rusek, Slavík, et al., 2016)²⁰ byl prvním odborným textem, který postup anotování, analyzování a alterování převedl do hodnocení výuky chemie.

Samotná koncepce použité metodiky 3A vychází z faktu, že pro žákovu učení je nepostradatelné učební prostředí konstituované obsahem. Didaktický výzkum využívající metodiku 3A je zaměřen na vyhodnocení potenciálu tohoto prostředí rozvíjet kompetence žáků a spolu s tím jejich dorozumění se o vzdělávacím obsahu, nikoli jeho porozumění (reprodukce témat nebo řešitelských algoritmů). Z toho logicky plynou požadavky na design výzkumu poskytujícího nástroje k popisu, analýze a vyhodnocení procesu budování významů v procesu učení (Rusek, Slavík, et al., 2016). Výzkum tak musí probíhat v reálných podmínkách. Z toho se pochopitelně odvíjí metodologie v tomto zcela odlišná od exaktních disciplín, jež mají k dispozici dostatečné množství opakování. Ve vyučování situace nelze zinscenovat znovu, a jediným řešením je tedy slučovat opakované incidenty a srovnávat je s varianty téhož. Za invariant učebního prostředí je pak považována sémanticko-logická struktura obsahu, který se mají žáci učit (Rusek, Slavík, et al., 2016, s. 74).

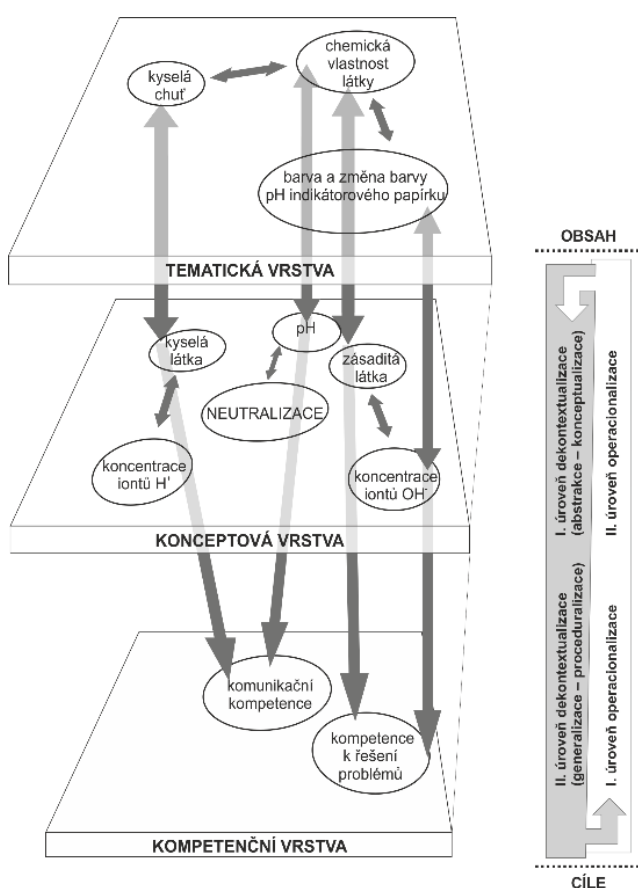
Metodologie 3A se opírá o tzv. *model hloubkové struktury výuky* (Janík et al., 2013, s. 56-57). Ten umožňuje náhled na propojení sémantické a logické struktury obsahu s jeho tematizacemi ve výuce a se samotnými cíli výuky. Umožňuje tak sledovat, jak se ve výuce pracuje se žákům známými pojmy, a jak se z nich tvoří oborové koncepty dále zobecňované a propojované až na úroveň kompetencí.

Citovaný text přináší analýzu situace, v níž se výuka zaměřuje na problematiku pH, kyselost a zásaditost látek. Text směřoval k identifikaci didaktických formalizmů, hodnocení výukové (mikro)situace z pohledu její podnětnosti pro učení žáků. Zjištěním bylo, že kvalitativním rozbohem mikrostrategií ve výuce lze kriticky promýšlet komponenty výuky ohrožené selháváním vinou různých faktorů s obecnější mezioborovou platností. Byly identifikovány obsahové formalizmy ve vztahu k chemickému experimentu, především v kvalitě popisu látek, formulaci hypotéz a pozorování změn vlastností látek. Mezi ně patří například nižší schopnost žáků identifikovat konkrétní látky – žáci se příliš brzy uchylují k hádání. Například bílou, krystalickou látku ihned identifikují jako sůl, čirou kapalinu jako vodu apod. S těmito projevy je však zapotřebí ve výuce pracovat a neustále zpřesňovat

²⁰ Rusek, M., Slavík, J., & Najvar, P. (2016). Obsahová konstrukce a didaktické uplatnění přírodovědného edukačního experimentu ve výuce na příkladu chemie. *Orbis scholae*, 10(2), 71-91. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14712/23363177.2017.3>

proces chemického myšlení. V opačném případě je formulace hypotéz a řešení problémů – podstata laboratorní práce – prakticky nemožná.

S tím dále souvisí vhodné uchopení pojmů, jejich návaznost a dostatečná zřejmost. Jak bylo uvedeno výše v části věnované obtížnosti textu, je právě jazyk, který chemie používá, nutné prezentovat jako cizí jazyk založený na neznámých slovech představujících chemické koncepty (Markic & Childs, 2016). Grafické znázornění práce s pojmy v analyzované výukové situaci opřené o model hloubkové struktury výuky je uvedeno na obrázku 6.



Obrázek 6 Konceptový diagram analyzované výukové situace

Jelikož pochopení pojmu neutralizace v chemii vychází ze znalosti vlastností kyselin a zásad a znalosti změn těchto vlastností při reakci kyselin a zásad, poučky o produktech neutralizační reakce (sůl a voda) zůstanou pro žáky jen prázdnými pojmy, a výuka ztrácí smysl pro rozvíjení přírodovědného myšlení (resp. gramotnosti), pokud žáci nemají konkrétní představu, jak se chemické složení látky promítá do pozorovatelných vlastností látek a do jejich vzájemných reakcí (Rusek, Slavík, et al., 2016, s. 85).

Vnímání pojmu sůl v běžném jazyce a v chemii je odlišné a potenciálně zavádějící. Danou reakci je tak zapotřebí žákům prezentovat s využitím vhodných modelových látek

– výsledný chlorid sodný tak není ideálním zástupcem pro první příklad. Stejně tak je vhodné volit jednosytné kyseliny a zásady, aby samotné vysvětlení nebylo zatíženo potřebou vyčíslení rovnice.

Porozumění smyslu neutralizace jako reakce kyseliny se zásadou by se však nemělo omezit na pouhý zápis rovnic a zůstat tak v symbolické rovině. Vhodné je opět použít žákům známou kyselinu a zásadu. Zároveň je nutné vhodně zavést i koncept pH (často chybně vysvětlovaný prostřednictvím svého výpočtu „pH je záporný dekadický logaritmus...“), aby bylo možné vhodně ukazovat změny v průběhu reakce. Tím je zajištěna transparentnost celé demonstrace. Změřením pH kyselé a zásadité látky a následně prostřednictvím sledované změny pH v případě přidávání roztoku zásadité látky do roztoku kyseliny lze vhodně demonstrovat zkoumaný děj. Teprve pak má smysl opakovat jej s kyselinou a zásadou vhodnou pro zápis rovnice (např. $\text{HCl} + \text{KOH}$) a až v následujícím kroku $\text{HCl} + \text{NaOH}$.

Z uvedených důvodů jsou podstatné představy o průběhu reakce (předpoklad, resp. hypotéza), pozorování průběhu reakce/pokusu a jeho vyhodnocení vedoucí k nové (procedurální) znalosti (viz Anderson & Krathwohl, 2001). Jejich posílení v hodnocené výukové situaci byly hlavními body 3A.

Související práce (Janík et al., 2019)²¹ přinesla do mezinárodního kontextu více zasazenou obecnější platformu analýz výukových situací jakožto aparát pro hodnocení mikrosituací. Jeho využití, jak už naznačuje i text (Rusek, Slavík, et al., 2016), spočívá v poskytování zpětné vazby při hospitacích, tj. při přípravě učitelů na praxích nebo při poskytování zpětné vazby učitelům.

Na konkrétním příkladu mikrosituace z autentické části vyučovací hodiny chemie byla představena analýza vztahu využívaných pojmů s oporou o model hloubkové struktury učiva (viz Slavík et al., 2014). Smyslem takto ukotveného rozboru je především možnost generalizace zjištění případové studie a její přenos na další podobné situace. Tento model tak má potenciál utvářet a rozvíjet tzv. profesní vidění (Sherin et al., 2008) jak u učitelů, tak u studentů učitelství. Analýza výukových situací a náměty na jejich vylepšování zde hrají podstatnou úlohu. V ideálním případě by se mohly stát základním prvkem sebehodnocení a sebezlepšování škol.

²¹ Janík, T., Slavík, J., Najvar, P., Janíková, M., & Rusek, M. (2019). 3A Content-Focused Approach for Improving Instruction: Developing and Sharing Knowledge in Professional Communities. In T. Janík, M. Dalehefte, & S. Zehetmeier (Eds.), *Supporting Teachers: Improving Instruction: Examples of Research-based Teacher Education* (pp. 55-76). Waxmann.

Na katedře chemie a didaktiky chemie UK PedF je v tomto duchu řešena disertační práce vycházející právě z obou uvedených textů. Metodou design-based výzkumu je upravován kurz Náslechové praxe pro učitele chemie, v nichž je právě rozvíjeno jejich profesní vidění. Dosavadní výsledky ukazují, že kurz vede ke zkvalitňování a prohlubování profesního vidění studentů. Značné rezervy však zůstávají v hloubce jejich analýz, a především ve schopnosti navrhnout alterace. Velmi podstatným se také jeví schopnost identifikovat pojmy, které patří do tematické vrstvy žáků a následně z nich budovat vrstvu konceptovou a kompetenční (viz Honskusová & Rusek, 2021).

5. Závěr a implikace

Přestože RVP ZV jako první ze série posledních zaváděných kurikulárních dokumentů obsahujících předpis výuky chemie vstoupily v platnost již před více než 15 lety, obsahují řadu stále moderních myšlenek: cílem jsou kompetence, na úrovni jednotlivých oborů jsou cíle orientovány na žáka, výuku lze koncipovat spojením očekávaných výstupů bez ohledu na vzdělávací obor, stávající kurikulum implicitně obsahuje i součásti přírodovědné gramotnosti apod. Výzkumy však ukazují, že mezi zamýšleným a realizovaným kurikulem je značný nesoulad. Ten je pravděpodobně způsoben srozuměním a přijetím myšlenek i funkcí kurikula učiteli, zároveň i vlivem učebnic přebírajících roli kurikula. Také komerční pojetí kurikula dává výrazný vliv autorům učebnic ovlivňovat koncepci učení. Tímto způsobem je podporován vliv nejzkušenějšího učitele na škole. Ten volí učebnici odpovídající jeho pojetí výuky, tzn. ve většině případů upevňuje tradiční přístup k výuce. Větší změna pojetí učebnic by pro nakladatelství znamenala z marketingového hlediska nejasný obchodní výsledek. Nadto, MŠMT celý systém kontroluje pouze velmi obecnými kategoriemi, které učebnice musí splnit, aby získaly schvalovací doložku. Ta je pro financování nákupu učebnic významná pouze u učebnic pro ZŠ. Stávající učebnice v mnohém vykazují možnosti zlepšení. Výzkum v této oblasti má slibný potenciál přinést podklady pro moderní učebnice nejen stran pojetí prezentace oborového obsahu, ale také jeho didaktické transformace a celkového ergonomického provedení učebnice. Mimo v této práci shrnuté výzkumy se nabízejí další, zvláště pak s využitím oční kamery pro optimalizaci návrhů učebnic na úrovni jejich jednotlivých stránek a na nich uvedených komponent.

Z hlediska efektivity přírodovědného/chemického vzdělávání testování PISA dlouhodobě přináší informace o nežádoucím trendu – důrazu na obsahovou znalost oproti procedurální a epistemické znalosti a schopnosti žáků vyhodnocovat a navrhnout přírodovědný výzkum. Přitom ani z hlediska obsahové znalosti nelze považovat stav za uspokojivý. Výsledky výzkumů zahrnutých v této práci konkrétně na tématu očekávaného výstupu k periodické tabulce prvků přinesly přiblížení problematiky formování znalostí žáků. V této konkrétní oblasti byla zjištěna poměrně nízká úroveň znalostí, zároveň se neprojevila jejich schopnost tyto znalosti úspěšně aplikovat. V důsledku toho se schopnost žáků řešit problémové úlohy ukázala být na poměrně nízké úrovni.

Tato zjištění vedla k formulaci několika nutných kroků k nápravě tohoto stavu. Jedná se především o rozvoj schopnosti žáků číst odborné texty / text zadání, vědomého uplatňování podporujících strategií, zejména ve vztahu k identifikaci problému, zadaných proměnných a

postupu řešení. Následně bylo provedeným akčním výzkumem prokázáno, že důrazem na tyto aspekty v běžné výuce je možné zvýšit schopnost žáků řešit problémové úlohy přírodovědného/chemického zaměření.

Další informace o potřebě inovací ve výuce přinesla série výzkumů mapujících žáky vnímané pojetí chemie. Výsledky ukázaly, že efekt výuky chemie na ZŠ byl poměrně nízký, žáci převážně nerozumí povaze chemie jako oboru. Jako jeden z pro žáky nejvíce motivačních prvků byl potvrzen chemický pokus. Jak naznačil výzkum zařazený v této práci, jeho zařazení ve výuce je poměrně zřídka. Navíc stran rozvoje této složky přírodovědné gramotnosti spíše neefektivní (výsledky PISA). Bližší informace však přinesly až další výzkumy. Zjištěná nízká frekvence experimentální činnosti byla vzhledem k rostoucí nabídce sad pro experimentování nahrazujících absentující laboratoře a sklady chemikálií překvapivá. Zároveň bylo zjištěno, že ve většině případů je experimentální činnost realizována prostřednictvím učitelových demonstrací, převážně z anorganické chemie. V dalším akčním výzkumu bylo prokázáno, že v podobných podmínkách je možné v relativně krátkém čase zaměřením na aktivizaci žáků a kvalitu otázek zvýšit edukační efekt experimentálních činností, a to i v případě, že pomůckové vybavení neumožňuje přímo žákovský pokus. Postupné zkvalitňování těchto aktivit je dále možné především prostřednictvím hospitací kolegy, případně autohospitací natočených vyučovacích hodin. Představená metodologie 3A se ukázala efektivní i pro objektivní hodnocení tak specifické učební činnosti jako je chemický pokus. Možnost generalizovat závěry pak umožňuje přenos získaných poznatků do dalších oblastí při přípravě výuky.

Předložené výsledky dosavadní autorovy práce a komentáře k nim tak lze shrnout do několika implikací pro školní praxi, přípravu učitelů i další výzkum:

- I. Z pohledu zjištění, že učebnice v mnohém zastupují kurikulum, se ukazuje potřeba:
 - a) zpřesnit systém udělování schvalovacích doložek s akcentem na moderní, výzkumně podložená pojetí výuky,
 - b) učivo i jeho didaktickou transformaci v učebnicích, jakož i strukturní komponenty učebnic je zapotřebí inovovat (i nově vydané učebnice se v těchto oblastech projevují poměrně tradičně),
 - c) zmapovat zastoupení jednotlivých vizuálních prvků včetně zhodnocení jejich vhodnosti (pro vědu blízké reprezentace i jiné netextové prvky – grafy, tabulky),

- d) analyzovat zastoupené vizuální reprezentace (modely molekul, různé typy vzorců, schémata, animace např. biochemických procesů apod.) a v učebnicích uplatňované přechody mezi nimi ve vztahu k učební činnosti žáků,
 - e) zmapovat vyučovací jednotky, v níž jsou učebnice využity – způsob, účel, ale i délka využití,
 - f) objasnit přímo práci žáka s učebnicí (s využitím oční kamery). Tímto způsobem bude možné nejen volit vhodnější komponenty učebnic a jejich rozložení, nabízí se i možnost adaptibilních učebnic zohledňující potřeby učících se jedinců při práci s učebnicemi.
 - g) do přípravy učitelů více zakomponovat problematiku podloženého výběru učebnice i rozšíření způsobů práce s nimi.
- II. Z pohledu zamýšleného kurikula se dále jeví jako podstatné:
- a) zvýšení porozumění (budoucích) učitelů funkci kurikula (pochopení jeho cílů a principů),
 - b) provázání kurikulárních dokumentů na jednotlivých stupních vzdělávání,
 - c) sledování vlivu ŠVP na realizované kurikulum ve školách – učitelovo porozumění vztahům RVP a ŠVP s ohledem na oborové cíle,
 - d) objasnění stavu a způsobu tvorby ŠVP na jednotlivých školách – podoby a proces tvorby včetně možné podpory škol tvorbou ukázkových ŠVP na různých úrovních (1. modernizované s tradičním řazením učiva, 2. inovativní na úrovni řazení učiva i forem a metod, 3. obsahující integrované pojetí přírodovědných disciplín),
 - e) zaměření se na výzkum kritických míst přechodů mezi jednotlivými formami kurikula.
- III. Z pohledu realizace kurikula je zapotřebí zavést do výuky více prvků aktivizace žáků a jejich prostřednictvím přispět k rozvoji vyšších myšlenkových operací, kompetencí a rozvíjejících strategií řešení úloh (nabízí se kombinace eye-trackingu s rozhovory a následné intervence v sériích akčních výzkumů). Tento přístup by bylo vhodné aplikovat plošněji a výsledky sbírat např. za celý ročník dohromady. Další kroky v této oblasti by proto měly mířit na:
- a) efektivní formy přípravy (budoucích) učitelů pro aplikaci akčního výzkumu v průběhu jejich vysokoškolské přípravy,
 - b) systematickou identifikaci klíčových míst výuky vyžadujících intervenci,
 - c) sbírání jednotlivých příkladů (získávání zkušeností) a jejich následnou generalizaci,

- d) tvorbě a ověřování aktivizačních prvků či aktivit do výuky na jednotlivých stupních,
 - e) udržování stálé platformy pro výměnu zkušeností a výstupů (web, konference, série workshopů).
- IV. Z pohledu specifických aktivizačních prvků výuky se zaměřit na přírodovědný pokus. V této oblasti se jeví potřebné:
- a) zrevidovat náměty pro učitele a podpořit je materiály, které splňují požadavky jak z hlediska obsahu, tak z hlediska proveditelnosti, transparentnosti, možnosti aktivizace žáků,
 - b) najít rovnováhu mezi reálnými pokusy, videopokusy a pokusy „in silico“, tzn. ve virtuálních laboratořích,
 - c) identifikovat kritická místa využití experimentálních aktivit učiteli a v návaznosti na ně navrhnout ověřený postup nápravy tohoto stavu,
 - d) sbírat příklady dobré praxe spolu s doklady jejich efektu za účelem usnadnění difuze inovací mezi učiteli.
- V. Z pohledu monitorování realizace kurikula je podstatnou výzkumnou otázkou funkce již zmíněné hospitační činnosti. Z infrastrukturního hlediska se zdá nejefektivnější práce systém kolegiální zpětné vazby založený na objektivizovaných reflexích ať již z přímé hospitační činnosti, nebo z videozáznamu. Sledována může být celá vyučovací hodina nebo její segment, jak bylo ukázáno na příkladu experimentální činnosti. Konstruktivní zpětná vazba pak umožňuje podchytit selhávající či nerozvinutou výuku, podpořit budování oborových znalostí i kompetencí a tím zkvalitňovat výuku. Výzkum v této oblasti by se tak mohl zaměřit na:
- a) tvorbu dostatečného množství kazuistik umožňující (budoucím) učitelům inspiraci, jak postupovat,
 - b) zvýšení podílu reflektivní praxe v kurzech zaměřených na přípravu učitelů i další přípravu pedagogických pracovníků,
 - c) identifikaci efektivní postup rozvoj schopnosti reflektovat výuku (budoucích) učitelů,
 - d) vývoj systému reflektování výuky na úrovni kurzů i celých studijních programů,
 - e) zavádění alterací do výuky,
 - f) sledování a prezentování efektu takového pojetí učitelské praxe.

Je tak zřejmé, že česká didaktika chemie má před sebou ještě dlouhou cestu. Zvyšující se počty článků, které se prosadily i v mezinárodních periodících však naznačují pozitivní trend rozvoje české didaktiky chemie. Celosvětově se zvyšující množství vznikajících metaanalýz je dalším impulzem k potřebě přesného mapování edukační reality, na jejímž základě je následně možné navrhovat reformní kroky.

6. Přílohy

6.1. Seznam komentovaných prací

- I. Janoušková, S., Žák, V., & Rusek, M. (2019). Koncept přírodovědné gramotnosti v České republice - analýza a porovnání. *Studia paedagogica*, 24(3), 93-109. <https://doi.org/10.5817/SP2019-3-4>
- II. Rusek, M. (2014). Standardy základního vzdělávání pro výuku chemie. *Pedagogika*, 64(4), 422-428. https://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/?attachment_id=11106&edmc=11106
- III. Vojíř, K., & Rusek, M. (2020). Vývoj kurikula chemie pro základní vzdělávání v České republice po roce 1989. *Chemické listy*, 114(5), 366-369. <http://ww.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/3606/3552>
- IV. Elmas, R., Rusek, M., Lindell, A., Nieminen, P., Kasapoglu, K., & Bílek, M. (2020). The Intellectual Demands of the intended chemistry curriculum in Czechia, Finland, and Turkey: A comparative analysis based on the Revised Bloom's taxonomy. *Chemistry Education Research and Practice*, 21, 839-851. <https://doi.org/10.1039/D0RP00058B>
- V. Vojíř, K., & Rusek, M. (2019). Science education textbook research trends: a systematic literature review. *International Journal of Science Education*, 41(11), 1496-1516. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1613584>
- VI. Vojíř, K., & Rusek, M. (2021). Preferred Chemistry Curriculum Perspective: Teachers' Perception of Lower-Secondary School Textbooks. *Journal of Baltic Science Education*, 20(2), 316-331. <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.00>
- VII. Rusek, M., Vojíř, K., & Šubová, Š. (2020). Lower-secondary school chemistry textbooks' didactic equipment. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, 25(1-2), 69-77. <https://doi.org/10.2478/cdem-2020-0004>
- VIII. Rusek, M., Stárková, D., Metelková, I., & Beneš, P. (2016). Hodnocení obtížnosti textu učebnic chemie pro základní školy. *Chemické listy*, 110(12), 953-958. http://chemicke-listy.cz/docs/full/2016_12_953-958.pdf
- IX. Rusek, M., & Vojíř, K. (2019). Analysis of text difficulty in lower-secondary chemistry textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 85-94. <https://doi.org/10.1039/C8RP00141C>
- X. Rusek, M., & Tóthová, M. (2021). Did students reach the periodic table related curricular objectives after leaving from lower-secondary education? In M. Rusek, M. Tóthová, & K. Vojíř (Eds.), *Project-based education and other activating strategies in science education XVIII*. (pp. 178-185). Charles University, Faculty of Education.
- XI. Tóthová, M., Rusek, M., & Chytrý, V. (2021). Students' Procedure When Solving Problem Tasks Based on the Periodic Table: An Eye-Tracking Study. *Journal of Chemical Education*, 98(6), 1831-1840. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00167>

- XII. Tóthová, M., & Rusek, M. (2020). Rozvoj strategií pro řešení problémových úloh v chemii. In D. Greger, J. Simonová, M. Chvál, & J. Straková (Eds.), *Když výzkum mění praxi. Deset příběhů učitelů a akademiků zapojených do akčního výzkumu* (pp. 237-248). Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.
- XIII. Rusek, M. (2011). Postoj žáků k předmětu chemie na středních odborných školách. *Scientia in Educatione*, 2(2), 23-37. <https://doi.org/10.14712/18047106.21>
- XIV. Rusek, M. (2013). Vliv výuky na postoje žáků SOŠ k chemii. *Scientia in Educatione*, 4(1), 33-47. <https://doi.org/10.14712/18047106.43>
- XV. Rusek, M., Chytrý, V., & Honskusová, L. (2019). The Effect of Lower-secondary Chemistry Education: Students' Understanding of the Nature of Chemistry and their Attitudes. *Journal of Baltic Science Education*, 18(2), 286-299. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.286>
- XVI. Rusek, M. (2014). Efekt zařazení chemie do kurikula středních odborných škol nechemického zaměření. *Scientia in Educatione*, 5(2), 13-29. <https://doi.org/10.14712/18047106.113>
- XVII. Rusek, M., Chroustová, K., Bílek, M., Skřehot, P. A., & Hon, Z. (2020). Conditions for experimental activities at elementary and high schools from chemistry: Teachers' point of view. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, 15(1-2), 93-100. <https://doi.org/10.2478/cdem-2020-0006>
- XVIII. Beneš, P., Rusek, M., & Kudrna, T. (2015). Tradice a současný stav pomůckového zabezpečení edukačního chemického experimentu v České republice. *Chemické listy*, 109(2), 159-162. <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/404/404>
- XIX. Tóthová, M., Rusek, M., Matoušová, P., & Solnička, O. (2020). Zaměřeno na chemické pokusy: výsledky akčního výzkumu. In M. Rusek, M. Tóthová, & K. Vojtíš (Eds.), *Project-based Education and Other Activating Strategies in Science Education XVII*. (pp. 199-208). Charles University, Faculty of Education. WOS: 000567209500023
- XX. Rusek, M., Slavík, J., & Najvar, P. (2016). Obsahová konstrukce a didaktické uplatnění přírodovědného edukačního experimentu ve výuce na příkladu chemie. *Orbis scholae*, 10(2), 71-91. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14712/23363177.2017.3>
- XXI. Janík, T., Slavík, J., Najvar, P., Janíková, M., & Rusek, M. (2019). 3A Content-Focused Approach for Improving Instruction: Developing and Sharing Knowledge in Professional Communities. In T. Janík, M. Dalehefte, & S. Zehetmeier (Eds.), *Supporting Teachers: Improving Instruction: Examples of Research-based Teacher Education* (pp. 55-76). Waxmann.

6.2. Reprinty komentovaných prací²²

Janoušková, S., Žák, V., & Rusek, M. (2019). Koncept přírodovědné gramotnosti v České republice - analýza a porovnání. *Studia paedagogica*, 24(3), 93-109. <https://doi.org/10.5817/SP2019-3-4>

Jsc

30 %, podíl na sepsání a revize rukopisu

²² U každého textu s autorským kolektivem je uveden přibližný podíl zapojení autora této habilitační práce a stručný popis jeho činnosti.

Rusek, M. (2014). Standardy základního vzdělávání pro výuku chemie. *Pedagogika*, 64(4), 422-428.

https://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/?attachment_id=11106&edmc=11106

J_{rec}

Vojíš, K., & Rusek, M. (2020). Vývoj kurikula chemie pro základní vzdělávání v České republice po roce 1989. *Chemické listy*, 114(5), 366-369. <http://ww.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/3606/3552>

J_{imp} , $IF_{2019} = 0,39$

50%, školitel prvního autora, analýza materiálů, účast na psaní a revizích textu, korespondující autor

Elmas, R., **Rusek, M.**, Lindell, A., Nieminen, P., Kasapoglu, K., & Bílek, M. (2020). The Intellectual Demands of the intended chemistry curriculum in Czechia, Finland, and Turkey: A comparative analysis based on the Revised Bloom's taxonomy. *Chemistry Education Research and Practice*, 21, 839-851. <https://doi.org/10.1039/D0RP00058B>

J_{imp} , $IF_{2019} = 1,902$

25%, analýza kurikula, koordinace prací týmu, hlavní podíl na sepsání textu, korespondující autor

Vojíš, K., & Rusek, M. (2019). Science education textbook research trends: a systematic literature review. *International Journal of Science Education*, 41(11), 1496-1516.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1613584>

$J_{imp}, IF_{2019} = 1,485$

50 %, školitel prvního autora, podíl na přípravě metodologie, analýze dat a sepsání rukopisu, korespondující autor

Vojíš, K., & Rusek, M. (2021). Preferred Chemistry Curriculum Perspective: Teachers' Perception of Lower-Secondary School Textbooks. *Journal of Baltic Science Education*, 20(2), 316-331. <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.00>

J_{imp}, IF₂₀₁₉ = 0,915

50 %, školitel prvního autora, podíl na metodologii, sběru dat a jejich analýze, podíl na sepsání rukopisu

Rusek, M., Vojíš, K., & Šubová, Š. (2020). Lower-secondary school chemistry textbooks' didactic equipment. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, 25(1-2), 69-77. <https://doi.org/10.2478/cdem-2020-0004>

J_{WoS}

30 %, školitel druhého autora a vedoucí práce třetí autorky, výběr metodologie, podíl na analýze dat, sepsání rukopisu

Rusek, M., Stárková, D., Metelková, I., & Beneš, P. (2016). Hodnocení obtížnosti textu učebnic chemie pro základní školy. *Chemické listy*, 110(12), 953-958. http://chemicke-listy.cz/docs/full/2016_12_953-958.pdf

$J_{imp}, IF_{2019} = 0,39$

30 %, školitel druhé a třetí autorky, vedení výzkumného týmu, podíl na sběru dat a jejich analýze, podíl na sepsání rukopisu, korespondující autor

Rusek, M., & Vojř, K. (2019). Analysis of text difficulty in lower-secondary chemistry textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 85-94.
<https://doi.org/10.1039/C8RP00141C>

J_{imp}, IF₂₀₁₉ = 1,902

50 %, sběr dat, jejich analýza, sepsání rukopisu, korespondující autor

Rusek, M., & Tóthová, M. (2021). Did students reach the periodic table related curricular objectives after leaving from lower-secondary education? In M. Rusek, M. Tóthová, & K. Vojř (Eds.), *Project-based education and other activating strategies in science education XVIII*. Charles University, Faculty of Education.

D (s aspirací na WoS)

50 %, sběr dat, podíl na sepsání rukopisu

Tóthová, M., **Rusek, M.**, & Chytrý, V. (2021). Students' Procedure When Solving Problem Tasks Based on the Periodic Table: An Eye-Tracking Study. *Journal of Chemical Education*, 98(6), 1831-1840. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00167>

J_{imp} , $IF_{2019} = 1,385$

40 %, školitel první autorky, volba metodologie, podíl na analýze dat, podíl na sepsání rukopisu, korespondující autor

Tóthová, M., & Rusek, M. (2020). Rozvoj strategií pro řešení problémových úloh v chemii. In D. Greger, J. Simonová, M. Chvál, & J. Straková (Eds.), *Když výzkum mění praxi. Deset příběhů učitelů a akademiků zapojených do akčního výzkumu* (pp. 237-248). Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.

C

50 %, autor metodologie, podíl na sběru a analýze dat, sepsání rukopisu

Rusek, M. (2011). Postoj žáků k předmětu chemie na středních odborných školách. *Scientia in Education*, 2(2), 23-37. <https://doi.org/10.14712/18047106.21>

Jneimp

Rusek, M. (2013). Vliv výuky na postoje žáků SOŠ k chemii. *Scientia in Education*, 4(1), 33-47. <https://doi.org/10.14712/18047106.43>

Jneimp

Rusek, M., Chytrý, V., & Honskusová, L. (2019). The Effect of Lower-secondary Chemistry Education: Students' Understanding of the Nature of Chemistry and their Attitudes. *Journal of Baltic Science Education*, 18(2), 286-299.
<https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.286>

$J_{imp}, IF_{2019} = 0,915$

50 %, školitel třetí autorky, vedoucí výzkumného týmu, podíl na získání a vyhodnocené dat, hlavní podíl na sepsání rukopisu, korespondující autor

Rusek, M. (2014). Efekt zařazení chemie do kurikula středních odborných škol nechemického zaměření. *Scientia in Education*, 5(2), 13-29.
<https://doi.org/10.14712/18047106.113>

Jneimp

Rusek, M., Chroustová, K., Bílek, M., Skřehot, P. A., & Hon, Z. (2020). Conditions for experimental activities at elementary and high schools from chemistry: Teachers' point of view. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, 15(1-2), 93-100.
<https://doi.org/10.2478/cdem-2020-0006>

J_{WoS}

30 %, podíl na tvorbě výzkumného nástroje, podíl na analýze dat, hlavní podíl na sepsání rukopisu, korespondující autor

Beneš, P., **Rusek, M.**, & Kudrna, T. (2015). Tradice a současný stav pomůckového zabezpečení edukačního chemického experimentu v České republice. *Chemické listy*, 109(2), 159-162. <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/404/404>

J_{imp} , $IF_{2019} = 0,39$

40 %, řešerše, hlavní podíl na sepsání a revizích rukopisu, korespondující autor

Tóthová, M., **Rusek, M.**, Matoušová, P., & Solníčka, O. (2020). Zaměřeno na chemické pokusy: výsledky akčního výzkumu. In M. Rusek, M. Tóthová, & K. Vojíš (Eds.), *Project-based Education and Other Activating Strategies in Science Education XVII.* (pp. 199-208). Charles University, Faculty of Education. WOS: 000567209500023

D_{WOS}

30 %, školitel první autorky, garant části projektu, volba metodologie, podíl na sepsání rukopisu

Rusek, M., Slavík, J., & Najvar, P. (2016). Obsahová konstrukce a didaktické uplatnění přírodovědného edukačního experimentu ve výuce na příkladu chemie. *Orbis scholae*, 10(2), 71-91. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14712/23363177.2017.3>

Jsc

30 %, sběr dat, podíl na sepsání rukopisu, korespondující autor

Janík, T., Slavík, J., Najvar, P., Janíková, M., & **Rusek, M.** (2019). 3A Content-Focused Approach for Improving Instruction: Developing and Sharing Knowledge in Professional Communities. In T. Janík, M. Dalehefte, & S. Zehetmeier (Eds.), *Supporting Teachers: Improving Instruction: Examples of Research-based Teacher Education* (pp. 55-76). Waxmann.

C

10 %, autor části věnované problematice analýzy chemického experimentu

7. Použitá literatura

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183-198.
- Akbasli, S., Sahin, M., & Yaykiran, Z. (2016). The Effect of Reading Comprehension on the Performance in Science and Mathematics. *Journal of Education and Practice*, 7(16), 108-121. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1108657.pdf>
- Aktamiş, H., Hiğde, E., & Özden, B. (2016). Effects of the inquiry-based learning method on students' achievement, science process skills and attitudes towards science: A meta-analysis science. *Journal of Turkish Science Education*, 13(4), 248-261. <https://doi.org/10.12973/tused.10183a>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., & Wittrock, M. C. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives, abridged edition. *White Plains, NY: Longman*.
- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667-1686. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.680618>
- Baeten, M., Dochy, F., Struyven, K., Parmentier, E., & Vanderbruggen, A. (2016). Student-centred learning environments: an investigation into student teachers' instructional preferences and approaches to learning. *Learning Environments Research*, 19(1), 43-62. <https://doi.org/10.1007/s10984-015-9190-5>
- Bakken, A. S. (2019). Questions of autonomy in English teachers' discursive practices. *Educational Research*, 61(1), 105-122. <https://doi.org/10.1080/00131881.2018.1561202>
- Balogová, B., & Ješková, Z. (2016). Analýza bádateľských aktivít. *Tvorivý učiteľ fyziky*, 8(1), 14-21. https://ufv.science.upjs.sk/_projekty/smolenice/pdf_15/03_balogova_jeskova.pdf
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29. <http://www.gstbores.org/stem/docs/2019STEMArticle-Many-Levels-of-Inquiry.pdf>
- Banýr, J. (1988). *Problematika hodnocení učebnic chemie jako příspěvek k teorii učebnic* [Kandidátská disertační práce, Praha.
- Bauer, C. F. (2008). Attitude towards chemistry: A semantic differential instrument for assessing curriculum impacts. *Journal of Chemical Education*, 85(10), 1440-1445. <https://doi.org/10.1021/ed085p1440>
- Beneš, P., Janoušek, R., & Novotný, M. (2009). Hodnocení obtížnosti textu středoškolských učebnic. *Pedagogika*, 59(3), 291-297. https://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/?attachment_id=1002&edmc=1002
- Beneš, P., Pumpr, V., & Banýr, J. (1993a). *Základy chemie 1 pro 8. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. Fortuna.
- Beneš, P., Pumpr, V., & Banýr, J. (1993b). *Základy chemie 2 pro 9. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. Fortuna.
- Beneš, P., Rusek, M., & Kudrna, T. (2015). Tradice a současný stav pomůckového zabezpečení edukačního chemického experimentu v České republice. *Chemické listy*, 109(2), 159-162. <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/404/404>

- Bílek, M. (2008). Zájem žáků o přírodní vědy jako předmět výzkumných studií a problémy aplikace jejich výsledků v pedagogické praxi. *Acta Didactica*(2). http://lide.uhk.cz/prf/ucitel/bilekma1/ukfdch/Acta_Zajem.pdf
- Blažek, R., Janotová, Z., Potužníková, E., & Basl, J. (2019). *Výsledky českých žáků v PISA 2018: Národní zpráva*. ČŠI. https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el._publikace/Mezin%20%a1rodn%20%ad%20%20%a1et%20%20%99en%20%ad/PISA_2018_narodni_zprava.pdf
- Blažek, R., & Příhodová, S. (2016). *Mezinárodní šetření PISA 2015: národní zpráva: přírodovědná gramotnost*. Česká školní inspekce. <https://www.csicr.cz/cz/Dokumenty/Publikace/Narodni-zprava-PISA-2015>
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain*. David McKay.
- Brandriet, A. R., Xu, X. Y., Bretz, S. L., & Lewis, J. E. (2011). Diagnosing changes in attitude in first-year college chemistry students with a shortened version of Bauer's semantic differential. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(2), 271-278. <https://doi.org/10.1039/c1rp90032c>
- Cullipher, S., & Sevian, H. (2015). Atoms versus Bonds: How Students Look at Spectra. *Journal of Chemical Education*, 92(12), 1996-2005. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00529>
- ČŠI. (2015). *Metodika pro hodnocení přírodovědné gramotnosti* <http://www.niqes.cz/Niqes/media/Testovani/KE%20STA%C5%BDEN%C3%8D/V%C3%BDstupy%20KA1/P%C5%99G/Metodika-pro-hodnoceni-rozvoje-PrG.pdf>
- Čtrnáctová, H., & Banýr, J. (1997). Historie a současnost výuky chemie u nás. *Chemické listy*, 9(1), 59-65.
- Čtrnáctová, H., & Bílek, M. (2015). Didaktika chemie. In I. Stuchlíková & T. Janík (Eds.), *Oborové didaktiky: vývoj - stav - perspektivy* (pp. 189-224). Masarykova univerzita.
- Čtrnáctová, H., & Zajíček, J. (2010). Současné školství a výuka chemie v České republice. *Chemické listy*, 104, 811-818. http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2010_08_811-818.pdf
- Dillon, J. (2009). On Scientific Literacy and Curriculum Reform. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 201-213. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ884393.pdf>
- Drexler, M., Drexler, D., & Sladek, P. (2018). Eye-tracking as a tool for measuring students' attention when working with physics textbooks. In L. G. Chova, A. L. Martinez, & I. C. Torres (Eds.), *Edulearn18: 10th International Conference on Education and New Learning Technologies* (pp. 9219-9228). Iated-Int Assoc Technology Education & Development. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2018.2164>.
- Elmas, R., Rusek, M., Lindell, A., Nieminen, P., Kasapoglu, K., & Bílek, M. (2020). The Intellectual Demands of the intended chemistry curriculum in Czechia, Finland, and Turkey: A comparative analysis based on the Revised Bloom's taxonomy. *Chemistry Education Research and Practice*, 21, 839-851. <https://doi.org/10.1039/D0RP00058B>
- Estrella, G., Au, J., Jaeggi, S. M., & Collins, P. (2018). Is inquiry science instruction effective for English language learners? A meta-analytic review. *AERA open*, 4(2), 2332858418767402. <https://doi.org/10.1177/2332858418767402>
- Fang, Z. (2006). The Language Demands of Science Reading in Middle School. *International Journal of Science Education*, 28(5), 491-520. <https://doi.org/10.1080/09500690500339092>
- Fiala, V., & Honskusová, L. (2020). The Inquiry Diary: Students' motivation towards water-quality evaluation. In M. Rusek, M. Tóthová, & K. Vojir (Eds.), *Project-Based*

- Education and Other Activating Strategies in Science Education Xvii* (pp. 37-45). Charles University, Faculty of Education. WOS:000567209500004
- Fradd, S. H., Lee, O., Sutman, F. X., & Saxton, M. K. (2001). Promoting science literacy with English language learners through instructional materials development: A case study. *Bilingual Research Journal*, 25(4), 479-501. <https://doi.org/10.1080/15235882.2001.11074464>
- Franco-Mariscal, A. J., & Cano-Iglesias, M. J. (2014). Design and implementation of a bingo game for teaching the periodic table. *School Science Review (SSR)*, 95(353), 55-60. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1033509>
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of educational research*, 82(3), 300-329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Gormally, C., Brickman, P., Hallar, B., & Armstrong, N. (2009). Effects of inquiry-based learning on students' science literacy skills and confidence. *International journal for the scholarship of teaching and learning*, 3(2). <https://doi.org/10.20429/ijstl.2009.030216>
- Gramotnosti ve vzdělávání: příručka pro učitele*. (2011). (J. Faltýn, K. Nemčíková, & E. Zelendová, Eds.). VÚP.
- Grecmanová, H., & Dopita, M. (2011). Obliba vyučovacích předmětů žáky na ZŠ a SŠ. In *Kam směřuje pedagogický výzkum? Sborník z konference* (pp. 1-8). Technická univerzita v Liberci.
- Hall, S., Basran, J., Paterson, K. B., Kowalski, R., Filik, R., & Maltby, J. (2014). Individual differences in the effectiveness of text cohesion for science text comprehension. *Learning and Individual Differences*, 29, 74-80. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.10.014>
- Hassan, G. (2008). Attitudes Toward Science among Australian Tertiary and Secondary School Students. *Research in Science & Technological Education*, 26(2), 129-147. <https://doi.org/10.1080/02635140802034762>
- Held, E. (2011). *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania: IBSE v slovenskom kontexte*. Trnavská univerzita v Trnave.
- Holec, J., & Rusek, M. (2016). *Metodické komentáře a úlohy ke Standardům pro základní vzdělávání - chemie*. NÚV. http://www.nuv.cz/uploads/Publikace/Metodicke_komentare/metodicke_komentare_a_ulohy_je_standardum_zv_chemie.pdf
- Holzhauser, P., & Matuška, R. (2019a). Použití chemických látek při výuce a v rámci volnočasových aktivit žáků mladších 15 let. *Chemické listy*, 113(4), 233-239. <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/3339/3296>
- Holzhauser, P., & Matuška, R. (2019b). Použití chemických látek při výuce a v rámci volnočasových aktivit žáků ve věku 15–18 let. *Chemické listy*, 113(7), 441-446. <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/3411/3365>
- Honskusová, L., & Rusek, M. (2021). The shift in chemistry teacher students' self-efficacy with respect to their ability to notice: Observation Practice Course's effect. In M. Rusek, M. Tóthová, & K. Vojíš (Eds.), *Project-based education and other activating strategies in science education XVIII*. Charles University, Faculty of Education.
- Hrabí, L. (2007). Náročnost textu v učebnicích přírodopisu. In J. Maňák & P. Knecht (Eds.), *Hodnocení učebnic* (Pedagogický výzkum v teorii a praxi ed., pp. 98-108). Paido.
- Chiappetta, E. L., & Fillman, D. A. (2007). Analysis of five high school biology textbooks used in the United States for inclusion of the nature of science. *International Journal*

- of Science Education, 29(15), 1847-1868.
<https://doi.org/10.1080/09500690601159407>
- Chou, P.-I. (2020). The representation of global issues in taiwanese elementary school science textbooks. *International Journal of Science and Mathematics Education*.
<https://doi.org/10.1007/s10763-020-10083-9>
- Imam, O. A., Mastura, M. A., Jamil, H., & Ismail, Z. (2014). Reading comprehension skills and performance in science among high school students in the Philippines. *Asia Pacific Journal of Educators and Education*, 29, 81-94.
[http://apjee.usm.my/APJEE_29_2014/Art%205\(81-94\).pdf](http://apjee.usm.my/APJEE_29_2014/Art%205(81-94).pdf)
- Ishimaru, S., Bukhari, S. S., Heisel, C., Kuhn, J., Dengel, A., & Assoc Comp, M. (2016). *Towards an Intelligent Textbook: Eye Gaze Based Attention Extraction on Materials for Learning and Instruction in Physics*. <https://doi.org/10.1145/2968219.2968566>
- Janík, T., Slavík, J., Mužík, V., Trna, J., Janko, T., Lokajíčková, V., Lukavský, J., Minaříková, E., Sliacky, J., Šalamounová, Z., Šebestová, E., Vondrová, N., & Zlatniček, P. (2013). *Kvalita (ve) vzdělávání: obsahově zaměřený přístup ke zkoumání a zlepšování výuky*. Masarykova Univerzita.
- Janík, T., Slavík, J., Najvar, P., Janíková, M., & Rusek, M. (2019). 3A Content-Focused Approach for Improving Instruction: Developing and Sharing Knowledge in Professional Communities. In T. Janík, M. Dalehefte, & S. Zehetmeier (Eds.), *Supporting Teachers: Improving Instruction: Examples of Research-based Teacher Education* (pp. 55-76). Waxmann.
- Janoušková, S., Hubáčková, L., Pumpr, V., & Maršák, J. (2014). Přírodovědná gramotnost v preprimárním a raném období primárního vzdělávání jako prostředek zvýšení zájmu o studium přírodovědných a technických oborů. *Scientia in Educatione*, 5(1), 36-49. <https://doi.org/10.14712/18047106.67>
- Janoušková, S., Maršák, J., & Pumpr, V. (2012). Evaluační standardy vzdělávacího oboru Chemie–reflexe nově vzniklých Standardů základního vzdělávání. *Scientia in Educatione*, 3(1), 19-28. <https://doi.org/10.14712/18047106.27>
- Janoušková, S., Žák, V., & Rusek, M. (2019). Koncept přírodovědné gramotnosti v České republice - analýza a porovnání [The concept of scientific literacy in the Czech Republic - analysis and comparison]. *Studia paedagogica*, 24(3), 93-109. <https://doi.org/10.5817/SP2019-3-4>
- Joag, S. D. (2014). An Effective Method of Introducing the Periodic Table as a Crossword Puzzle at the High School Level. *Journal of Chemical Education*, 91(6), 864-867. <https://doi.org/10.1021/ed400091w>
- Johansson, M. (2006). *Teaching mathematics with textbooks: a classroom and curricular perspective* [Disertační práce, Luleå tekniska universitet]. Luleå.
- Johnstone, A. H. (2010). You can't get there from here. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 22-29. <https://doi.org/10.1021/ed800026d>
- Kaya, O. N. (2008). A Student-centred Approach: Assessing the Changes in Prospective Science Teachers' Conceptual Understanding by Concept Mapping in a General Chemistry Laboratory. *Research in Science Education*, 38(1), 91-110. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9048-7>
- Klečka, M. (2011). *Teorie a praxe tvorby učebnic chemie pro střední školy* [Doctoral thesis, Charles University, Faculty of Science]. Praha.
- Klečka, M., & Čtrnáctová, H. (2011). Porovnání obtížnosti učebnic obecné a anorganické chemie používaných na vyšším stupni gymnázií metodou Nestlerová - Průcha - Pluskal. *Biologie-chemie-zeměpis*, 20(3x), 306-310.
- Knecht, P., & Janík, T. (2008). *Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu* (Pedagogický výzkum v teorii a praxi ed.). Paido.

- Koreneková, K. (2018). *Výzkum strategií uplatňovaných žáky při řešení problémových úloh z chemie* [Master thesis, Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra chemie a didaktiky chemie]. Praha.
- Kubiatko, M. (2016). Sémantický diferenciál jako jedna z možností zkoumání postojů k chemii u žáků druhého stupně základních škol. *Scientia in Educatione*, 7(1), 2-15. <https://doi.org/10.14712/18047106.277>
- Kubiatko, M., Švandová, K., Šibor, J., & Škoda, J. (2012). Vnímání chemie žáky druhého stupně základních škol. *Pedagogická orientace*, 22(1), 82-96. <https://doi.org/10.5817/PedOr2012-1-82>
- Kuhne, G. W., & Quigley, B. A. (1997). Understanding and using action research in practice settings. *New directions for adult and continuing education*, 73, 23-40. <https://doi.org/10.1002/ace.7302>
- Kuncová, L., & Rusek, M. (2019). V hlavní roli: kyslík. In M. Rusek & K. Vojříř (Eds.), *Projektové vyučování a další aktivizační strategie ve výuce přírodovědných předmětů XVI.* (pp. 47-55). Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta. WOS:000482135600006
- Kuncová, L., & Rusek, M. (2020). V hlavní roli kyslík: experimentální ověření výukové aktivity. In M. Rusek, M. Tóthová, & K. Vojříř (Eds.), *Project-based Education and Other Activating Strategies in Science Education XVII.* (pp. 88-97). Charles University, Faculty of Education. WOS:000567209500010
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance. *Review of educational research*, 86(3), 681-718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- Lederman, N. a., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Lee, Y.-J., Kim, M., Jin, Q., Yoon, H.-G., & Matsubara, K. (2016). *East-Asian Primary Science Curricula: An Overview Using Revised Bloom's Taxonomy*. Springer.
- Lee, Y.-J., Kim, M., & Yoon, H.-G. (2015). The intellectual demands of the intended primary science curriculum in Korea and Singapore: An analysis based on revised Bloom's taxonomy. *International Journal of Science Education*, 37(13), 2193-2213. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1072290>
- Lepik, M., Grevholm, B., & Viholainen, A. (2015). Using textbooks in the mathematics classroom – the teachers' view *Nordic Studies in Mathematics Education*, 20(3-4), 129-156. <http://arkiv.ncm.gu.se/node/7993>
- Lin, T.-J., Lin, T.-C., Potvin, P., & Tsai, C.-C. (2018). Research trends in science education from 2013 to 2017: a systematic content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 1-21. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1550274>
- Linn, M. C., Davis, M. A., & Bell, P. (2004). *Internet environments for science education*. Lawrence Erlbaum.
- Maňák, J., & Klapko, D. (Eds.). (2006). *Učebnice pod lupou*. Paido.
- Maňák, J., & Knecht, P. (2007). *Hodnocení učebnic*. Paido.
- Mandíková, D., & Tomášek, V. (2017). Výsledky českých žáků v šetření TIMSS 2015. *Matematika-fyzika-informatika*, 26(5), 349–361. <http://www.mfi.upol.cz/index.php/mfi/article/view/368/381>
- Markic, S., & Childs, P. E. (2016). Language and the teaching and learning of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(3), 434-438. <https://doi.org/10.1039/C6RP90006B>

- Milenković, D. i. D., Hrin, T. N., Segedinac, M. D., & Horvat, S. a. (2016). Development of a three-tier test as a valid diagnostic tool for identification of misconceptions related to carbohydrates. *Journal of Chemical Education*, 93(9), 1514-1520. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00261>
- Mullis, I. V., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 international results in mathematics*. TIMSS & PIRLS International Study Center. https://timss.bc.edu/timss2011/downloads/T11_IR_Mathematics_FullBook.pdf
- OECD. (2018). *PISA for Development Assessment and Analytical Framework*. <https://doi.org/10.1787/9789264305274-en>
- OECD. (2020). What types of challenges do countries face in addressing curriculum time lag, and what strategies do they use to address these challenges? In *What Students Learn Matters: Towards a 21st Century Curriculum* (pp. 125). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/7c5b3d7d-en>
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720. <https://doi.org/10.1002/tea.10105>
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Palečková, J. (2007). *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006: Poradí si žáci s přírodními vědami? ÚIV*. <http://www.uiv.cz/soubor/3269>
- Palečková, J., & Tomášek, V. (2013). *Hlavní zjištění PISA 2012 - Matematická gramotnost patnáctiletých žáků*. ČŠI. https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el._publikace/Mezin%20c3%a1rodn%20c3%ad%20c5%a1et%20c5%99en%20c3%ad/PISA_2012_hlavni_zjisti_matgr.pdf
- Papáček, M. (2010). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování - cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in Educatione*, 1(1), 33-49. <https://doi.org/10.14712/18047106.4>
- Park, J.-W. (2007). A study of new models for scientific inquiry activity through understanding the nature of science (NOS):-A proposal for a synthetic view of the Nos. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 27(2), 153-167. <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO200717347316575.page>
- Pasch, M. (1998). *Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině*. Portál.
- Pluskal, M. (1996). Zdokonalení metody pro měření obtížnosti didaktických textů. *Pedagogika*, 45(1), 62-76. https://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/?attachment_id=2910&edmc=2910
- Prokop, P., Tuncer, G., & Chudá, J. (2007). Slovakian students' attitudes toward biology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4), 287-295. http://www.zoo.sav.sk/prokop/articles/Prokop_etal.Attitudes%20EJMSTE.pdf
- Průcha, J. (1984). *Hodnocení obtížnosti učebnic*. SNTL.
- Průcha, J. (1985). *Výzkum a teorie školní učebnice*. SPN.
- Průcha, J. (1989). *Teorie, tvorba a hodnocení učebnic: studijní příručka [Theory, creation and evaluation of textbooks: a study handbook]*. ÚÚVPP.
- Průcha, J. (1998). *Učebnice: Teorie a analýzy edukačního média. Příručka pro studenty, učitele, autory učebnic a výzkumné pracovníky [Textbooks: Education medium theories and analyses]*. Paido.
- Průcha, J. (2002). Kurikulum: obsah školní edukace. In J. Průcha (Ed.), *Moderní pedagogika* (Vol. 1, pp. 235-268). Portál.

- Průcha, J. (2006). Učebnice: teorie, výzkum a potřeby praxe. In J. Maňák & D. Klapko (Eds.), *Učebnice pod lupou* (Pedagogický výzkum v teorii a praxi ed., pp. 9-21). Paido.
- Průcha, J., Walterová, E., & Mareš, J. (2009). *Pedagogický slovník* (6 ed.). Portál.
- Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. (2007). Výzkumný ústav pedagogický v Praze. http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf
- Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání 23-52-H/01 Nástrojař. (2007). NÚOV. <http://zpd.nuov.cz/RVP/H/RVP%202352H01%20Nastrojar.pdf>
- Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání 63-41-M/02 Obchodní akademie. (2007). NÚOV. <http://zpd.nuov.cz/RVP/ML/RVP%206341M02%20Obchodni%20akademie.pdf>
- Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. (2017). MŠMT. http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission. <https://www.eesc.europa.eu/en/documents/rocard-report-science-education-now-new-pedagogy-future-europe#downloads>
- Rusek, M. (2011). Postoj žáků k předmětu chemie na středních odborných školách. *Scientia in Educatione*, 2(2), 23-37. <https://doi.org/10.14712/18047106.21>
- Rusek, M. (2013a). Vliv výuky na postoje žáků SOŠ k chemii. *Scientia in Educatione*, 4(1), 33-47. <https://doi.org/10.14712/18047106.43>
- Rusek, M. (2013b). *Výzkum postojů žáků středních škol k výuce chemie na základní škole* [Disertační práce, Univerzita Karlova]. Praha.
- Rusek, M. (2014a). Efekt zařazení chemie do kurikula středních odborných škol nechemického zaměření. *Scientia in Educatione*, 5(2), 13-29. <https://doi.org/10.14712/18047106.113>
- Rusek, M. (2014b). Standardy základního vzdělávání pro výuku chemie. *Pedagogika*, 64(4), 422-428. https://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/?attachment_id=11106&edmc=11106
- Rusek, M., Chroustová, K., Bílek, M., Skřehot, P. A., & Hon, Z. (2020). Conditions for experimental activities at elementary and high schools from chemistry: Teachers' point of view. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, 15(1-2), 93-100. <https://doi.org/10.2478/cdem-2020-0006>
- Rusek, M., Chytrý, V., & Honskusová, L. (2019). The Effect of Lower-secondary Chemistry Education: Students' Understanding of the Nature of Chemistry and their Attitudes. *Journal of Baltic Science Education*, 18(2), 286-299. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.286>
- Rusek, M., Slavík, J., & Najvar, P. (2016). Obsahová konstrukce a didaktické uplatnění přírodovědného edukačního experimentu ve výuce na příkladu chemie. *Orbis scholae*, 10(2), 71-91. <https://doi.org/10.14712/23363177.2017.3>
- Rusek, M., Stárková, D., Metelková, I., & Beneš, P. (2016). Hodnocení obtížnosti textu učebnic chemie pro základní školy. *Chemické listy*, 110(12), 953-958. http://chemicke-listy.cz/docs/full/2016_12_953-958.pdf
- Rusek, M., & Tóthová, M. (2021). Did students reach the periodic table related curricular objectives after leaving from lower-secondary education? In M. Rusek, M. Tóthová, & K. Vojříř (Eds.), *Project-based education and other activating strategies in science education XVIII*. (pp. 178-185). Charles University, Faculty of Education.
- Rusek, M., & Vojříř, K. (2019). Analysis of text difficulty in lower-secondary chemistry textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 85-94. <https://doi.org/10.1039/C8RP00141C>

- Rusek, M., Vojíš, K., & Šubová, Š. (2020). Lower-secondary school chemistry textbooks' didactical equipment. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, 25(1-2), 69-77. <https://doi.org/https://doi.org/10.2478/cdem-2020-0004>
- Salta, K., & Koulougliotis, D. (2015). Assessing motivation to learn chemistry: adaptation and validation of Science Motivation Questionnaire II with Greek secondary school students. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 237-250. <https://doi.org/10.1039/C4RP00196F>
- Salta, K., & Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education*, 88(4), 535-547. <https://doi.org/10.1002/sce.10134>
- Sasway, H. M., & Kelly, A. M. (2020). Instructional Behaviors Affecting Student Attitudes Towards Science. *Community College Journal of Research and Practice*. <https://doi.org/10.1080/10668926.2020.1719937>
- Scerri, E. (2019). *The periodic table: its story and its significance*. Oxford University Press.
- Shehab, S. S., & BouJaoude, S. (2017). Analysis of the chemical representations in secondary Lebanese chemistry textbooks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(5), 797-816. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9720-3>
- Sherin, M. G., Russ, R. S., Sherin, B. L., & Colestock, A. (2008). Professional Vision in Action: An Exploratory Study. *Issues in Teacher Education*, 17(2), 27-46. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ831297.pdf>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Schwartz, R., & Lederman, N. (2008). What Scientists Say: Scientists' views of nature of science and relation to science context. *International Journal of Science Education*, 30(6), 727-771. <https://doi.org/10.1080/09500690701225801>
- Sikorová, Z. (2007). Návrh seznamu hodnotících kritérií pro učebnice základních a středních škol [A proposal of lower- and upper-secondary school textbooks' evaluation criteria]. In J. Maňák & P. Knecht (Eds.), *Hodnocení učebnic* (pp. 31-39). Paido.
- Slavík, J., Janík, T., Jarníková, J., & Tupý, J. (2014). Zkoumání a rozvíjení kvality výuky v oborových didaktikách: metodika 3A mezi teorií a praxí. *Pedagogická orientace*, 24(5), 721-752. http://www.ped.muni.cz/pedor/archiv/2014/pedor14_5_p721_3a_slaviket.pdf
- Son, J.-W., & Kim, O.-K. (2015). Teachers' selection and enactment of mathematical problems from textbooks. *Mathematics Education Research Journal*, 27(4), 491-518. <https://doi.org/10.1007/s13394-015-0148-9>
- Sotáková, I. (2018). *Účinnost' bádatel'sky orientovanej výučby v téme Chemický dej na základných školách a gymnáziách* [Disertační práce, Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta]. Praha.
- Standard základního vzdělávání, (1995).
- Steenbrugge, H. V., Valcke, M., & Desoete, A. (2013). Teachers' views of mathematics textbook series in Flanders: Does it (not) matter which mathematics textbook series schools choose? *Journal of Curriculum Studies*, 45(3), 322-353. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.713995>
- Stiborová, M. (2002). Aromatické nitrosloučeniny: Kontaminanty Životního prostředí a potenciální karcinogeny pro člověka. *Chemické listy*, 96(10), 784-791. <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/2292/2292>
- Stratilová Urválková, E., Teplá, M., & Janoušková, S. (2019). A comparative analysis of chemistry curriculum for lower secondary education in the Czech Republic, Poland,

- Slovenia and Estonia. *Scientia in Education*, 10(3), 50-71. <https://doi.org/10.14712/18047106.1293>
- Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1-34. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.802463>
- Škoda, J., & Doulík, P. (2009a). Lesk a bída školního chemického experimentu. In M. Bílek (Ed.), *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX* (pp. 238-254). Gaudeamus.
- Škoda, J., & Doulík, P. (2009b). Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 19(3), 24-44. <https://journals.muni.cz/pedor/article/download/1258/950>
- Šmídl, M. (2013). *Analýza učebnic a tvorba učebních textů s tematickým celkem sacharidy a jejich metabolismus pro školy gymnaziálního typu* [Disertační práce, Přírodovědecká fakulta, Katedra učitelství a didaktiky chemie]. Praha.
- Tang, H., & Pienta, N. (2012). Eye-tracking study of complexity in gas law problems. *Journal of Chemical Education*, 89(8), 988-994. <https://doi.org/10.1021/ed200644k>
- Taylor, J., & Bilbrey, J. (2012). Effectiveness of Inquiry Based and Teacher Directed Instruction in an Alabama Elementary School. *Journal of Instructional Pedagogies*, 8, 1-17. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1097117.pdf>
- Teo, T. W., Goh, M. T., & Yeo, L. W. (2014). Chemistry education research trends: 2004-2013. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 470-487. <https://doi.org/10.1039/c4rp00104d>
- Teplá, M., Sloupová, H., Šrámek, M., & Šarboch, D. (2020). The Influence of Inquiry activity - electrolysis of aqueous salt solutions - on High-School Students' Motivation and Performance. In M. Rusek, M. Tóthová, & K. Vojir (Eds.), *Project-Based Education and Other Activating Strategies in Science Education Xvii* (pp. 180-188). Charles University, Faculty of Education. WOS:000567209500021
- Thijs, A., & van den Akker, J. (2009). *Curriculum in development*. Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Tollingerová, D. (1986). *K teorii učebních činností*. SPN.
- Tóthová, M. (2019). *Využití eye-trackingu k analýze strategií volených žáky při řešení problémových úloh z chemie* [Katedra chemie a didaktiky chemie]. Praha.
- Tóthová, M., & Rusek, M. (2020). Rozvoj strategií pro řešení problémových úloh v chemii. In D. Greger, J. Simonová, M. Chvál, & J. Straková (Eds.), *Když výzkum mění praxi. Deset příběhů učitelů a akademiků zapojených do akčního výzkumu* (pp. 237-248). Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.
- Tóthová, M., Rusek, M., & Chytrý, V. (2021). Students' Procedure When Solving Problem Tasks Based on the Periodic Table: An Eye-Tracking Study. *Journal of Chemical Education*, 98(6), 1831-1840. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00167>
- Tóthová, M., Rusek, M., Matoušová, P., & Solníčka, O. (2020). Zaměřeno na chemické pokusy: výsledky akčního výzkumu. In M. Rusek, M. Tóthová, & K. Vojir (Eds.), *Project-based Education and Other Activating Strategies in Science Education XVII*. (pp. 199-208). Charles University, Faculty of Education. WOS: 000567209500023
- Trna, J. (2013). Fyzika: Záhadná setrvačnost těles v jednoduchých experimentech. In T. Janík, J. Slavík, V. Mužík, J. Trna, T. Janko, V. Lokajíčková, J. Lukavský, E. Minaříková, Z. Šalamounová, E. Šebestová, N. Vodnrová, & P. Zlatníček (Eds.), *Kvalita (ve) vzdělávání: obsahově zaměřený přístup ke zkoumání a zlepšování výuky* (pp. 284-293). Masarykova Univerzita.
- Učební osnovy základní školy*. (1991). Fortuna.

- van den Akker, J. (2013). Curricular development research as specimen of educational design research. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational Design Research* (pp. 52-71). Netherlands Institute for Curriculum Development.
- van den Berg, E. (2013). The PCK of Laboratory Teaching: Turning Manipulation of Equipment into Manipulation of Ideas. *Scientia in Educatione*, 4(2), 74-92. <https://doi.org/10.14712/18047106.86>
- Veselský, M., & Hrubíšková, H. (2009). Zájem žáků o učební předmět chemie. *Pedagogická orientace*(3), 45-64. http://www.ped.muni.cz/pedor/archiv/2009/PedOr09_3_ZajemZakuOUcebniPredmetChemie_VeselskyHrubiskova.pdf
- Vojíř, K. (2017). *Tvorba učebních úloh s problémovými prvky ze vzdělávacího oboru Chemie* [Katedra chemie a didaktiky chemie]. Praha.
- Vojíř, K., Holec, J., & Rusek, M. (2017). Přírodopisné a chemické úlohy pro základní vzdělávání a jejich metodické komentáře. In M. Rusek, D. Stárková, & I. Bílková Metelková (Eds.), *Projektové vyučování v přírodovědných předmětech XIV.* (pp. 221-228). Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta. WOS:000405467100027
- Vojíř, K., Honskusová, L., Rusek, M., & Kolář, K. (2019). Nitrace aromatických sloučenin v badatelsky orientovaném vyučování. In M. Rusek & K. Vojir (Eds.), *Projektové vyučování a další aktivizační strategie ve výuce přírodovědných předmětů XVI.* (pp. 131-141). Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta. WOS:000482135600016
- Vojíř, K., & Rusek, M. (2019). Science education textbook research trends: a systematic literature review. *International Journal of Science Education*, 41(11), 1496-1516. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1613584>
- Vojíř, K., & Rusek, M. (2020). Vývoj kurikula chemie pro základní vzdělávání v České republice po roce 1989. [Development of chemistry curriculum for lower-secondary education in Czechia after 1989]. *Chemické listy*, 114(5), 366-369. <http://ww.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/3606/3552>
- Vojíř, K., & Rusek, M. (2021). Preferred Chemistry Curriculum Perspective: Teachers' Perception of Lower-Secondary School Textbooks. *Journal of Baltic Science Education*, 20(2), 316-331. <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.00>
- Vojtěch, J., & Paterová, P. (2016). *Vývoj vzdělanostní a oborové struktury žáků a studentů ve středním a vyšším odborném vzdělávání v ČR a v krajích ČR a postavení mladých lidí na trhu práce ve srovnání se stavem v Evropské unii.* Národní ústav pro vzdělávání. http://www.nuv.cz/uploads/Vzdelavani_a_TP/VYVOJ2015_pro_www.pdf
- Vojtěch, J., & Štěpánek, M. (2020). *Vývoj vzdělanostní a oborové struktury žáků a studentů ve středním a vyšším odborném vzdělávání v ČR a v krajích ČR a postavení mladých lidí na trhu práce ve srovnání se stavem v Evropské unii 2019/20 [Educational and professional structure development of students' in secondary education ...].* Národní pedagogický institut České Republiky. https://www.infoabsolvent.cz/Temata/Download?Soubor=F-9.0.167_Vyvoj_vzdelanostni_a_oborove_struktury_zaku_a_studentu_ve_strednim_a_vyssim_odbornem_vzdel.pdf
- Vzdělávací program Národní škola.* (1997). SPN.
- Vzdělávací program Obecná škola.* (1996). Portál.
- Vzdělávací program Základní škola.* (1996). Fortuna.
- Walterová, E. (1994). *Kurikulum: Proměny a trendy v mezinárodní perspektivě.* Masarykova univerzita.
- Weinhöfer, M. (2007). Obtížnost textu vybraných učebnic zeměpisu pro základní školy. In J. Maňák & P. Knecht (Eds.), *Hodnocení učebnic* (pp. 115-120). Paido.

- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. McGraw-Hill Education.
- Young, J. M., & Shepardson, D. P. (2018). Using Q methodology to investigate undergraduate students' attitudes toward the geosciences. *Science Education*, 102(1), 195-214. <https://doi.org/10.1002/sce.21320>
- Zákon č. 29/1984 Sb., o soustavě základních a středních škol (školský zákon), (1984).
- Zákon č. 522/1990 Sb., o soustavě základních a středních škol (školský zákon), ve znění zákona č. 171/1990 Sb., (1990).
- Zákon č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon), (2004).
- Zámečnicková, V. (2016). *Badatelsky orientovaná výuka se zaměřením na obecnou a anorganickou chemii* [Disertační práce, Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta]. Praha.
- Žák, V. (2019). *Kvalita fyzikálního vzdělávání v rukou učitele*. Charles University in Prague, Karolinum Press.