

ROZSAH A ZPRACOVÁNÍ TÉMATU CHEMICKÝCH VÝPOČTŮ V UČEBNICÍCH CHEMIE PRO STŘEDNÍ ŠKOLY

MARTIN RUSEK^a, VERONIKA MACHKOVÁ^b, DOMINIKA KOPEROVÁ^a, IVETA BÁRTOVÁ^c,
VLADIMÍR SIROTEK^d a JITKA ŠTROFOVÁ^d

^a Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova, M. Rettigové 4, 116 39 Praha 1, ^b Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové, Hradecká 1285, 500 03 Hradec Králové, ^c Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, tř. 17. listopadu 12, 779 00 Olomouc, ^d Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Veleslavínova 42, 301 00 Plzeň, Česká republika
martin.rusek@pedf.cuni.cz

Došlo 5.2.24, přijato 15.5.24.

Předložená studie byla zaměřena na analýzu rozsahu a pojetí výuky chemických výpočtů ve středoškolských učebnicích. Byla provedena detailní analýza vybraných učebnic zaměřená na: typy výpočtů, pojetí jejich výkladů, formu zadání příkladů, způsoby řešení a možnosti procvičování. Výsledky ukázaly značné rozdíly mezi jednotlivými učebnicemi v rozsahu zařazených témat a v pojetí výkladu daného učiva. To se může odrážet v nedostatečné připravenosti studentů nejen v oblasti chemických výpočtů, ale také např. v oblasti úvodních laboratorních kurzů. Tato práce poskytuje učitelům preferujícím učebnice pro přípravu výuky ucelený přehled pro informovaný výběr z dostupných učebnic. Pro výzkumníky v oblasti didaktiky chemie a tvůrce vzdělávací politiky nabízí doporučení pro zlepšení výukových strategií a podporuje hlubší porozumění významu a implementaci chemických a matematických kompetencí ve vzdělávání.

Klíčová slova: chemické výpočty, analýza učebnic, výuka chemie

Úvod

V době revize kurikula se do popředí dostává otázka kritických míst a možností, jak podporovat učitele v dosahování cílů vzdělávání. Chemické výpočty dlouhodobě patří mezi tři nejproblematictější části učiva chemie¹, což se konstantně projevuje i v připravenosti studentů prvního ročníku vysokých škol (zjišťováno na JU, MUNI, UHK, UK, UPOL, ZČU v oborech zaměřených na učitelství chemie i konkrétní chemické disciplíny)^{2,3}. Problém není nedostatek znalostí různých typů chemických výpočtů, ale spíše v nedostatečné schopnosti studentů řešit výpočetní úlohy v kontextu chemie a aplikovat základní matematické operace s fyzikálně-chemickými veličinami.

V minulosti byly realizovány analýzy Rámcových vzdělávacích programů (RVP) pro střední vzdělávání a Školních vzdělávacích programů (ŠVP) vybraných škol⁴, které naznačují nefunkčnost dvoustupňového systému kurikula – ŠVP je spíše dokument vytvořený z povinnosti nežli dokument jasně ukazující profilaci školy⁴. Významnou roli ve vzdělávacím procesu hrají učebnice, jež mnohdy přebírají roli kurikulárních dokumentů (viz níže)^{5–8}. V situaci, kdy kurikulum pro obory středního vzdělávání (gymnaziální i střední odborné vzdělávání) hovoří velmi vágně (uvádí pouze učivo „chemické výpočty“), je zřejmé, že rozsah výuky tématu výpočtů bude silně řízen právě

učebnicemi (srov. cit.^{6,9}). Zmapování rozsahu a zpracování tématu chemických výpočtů ve středoškolské výuce chemie tak může nabídnout cenné poznatky jinak získatelné pouze sledováním velkého počtu vyučovacích hodin. Analýza středoškolských učebnic přinese hlubší pochopení rozdílů mezi středoškolským a začátkem vysokoškolského chemického vzdělávání, které zatím byly zkoumány pouze okrajově^{9–11}. Tyto informace by mohly přispět k harmonizaci vzdělávacích standardů, sladění očekávání vysokých škol (přijímací řízení i úvodní kurzy), stejně jako k rozvoji specifických pedagogických strategií a vzdělávacích materiálů pro lepší přípravu středoškoláků na vysokoškolské studium. Měly by také podpořit revizi Rámcových vzdělávacích programů a učebnic. Studie má ambici sloužit jako zdroj pro výzkumníky v oblasti didaktiky chemie, poskytovat cenné informace pro tvůrce vzdělávací politiky a napomoci k hlubšímu porozumění významu a implementaci matematických dovedností i kompetencí v kontextu chemického vzdělávání.

Teoretická východiska

Tématu chemických výpočtů byla v minulosti věnována soustředěná pozornost jak v českém kontextu^{2,3,10,11}, tak i v zahraničí^{12–15}. Jednotlivé výzkumy konzistentně

poukazují na to, že schopnost žáků, potažmo studentů provádět chemické výpočty nedosahuje optimální úrovně^{2,3,16}. Tento stav byl analyzován z pohledu celkových výsledků^{2,3,11} úrovně připravenosti žáků či studentů na řešení (problémových) úloh^{17,18}, matematických dovedností^{3,13}, nebo se autoři soustředili na specifické problémy, jako jsou miskoncepce studentů při výpočtech z chemických rovnic¹⁴. V uvedených pracích se pak objevují implikace pro další výzkumy nebo samotnou praxi v podobě potřeby dalšího zkoumání problémových pasáží^{2,11,15} či využívání alternativních přístupů k výuce¹⁰.

Ve dvou citovaných pracích^{10,11} byla zahrnuta také teoretická východiska, jako jsou Rámcové vzdělávací programy (RVP) či Školní vzdělávací programy (ŠVP) škol i přítomnost tématu chemických výpočtů v maturitní zkoušce z chemie, kterou studenti čerstvě nastupující na vysokou školu absolvovali. Dosud však chybí ucelené informace o zpracování tématu chemických výpočtů v učebnicích, které jsou podstatné pro porozumění celkovému kurikulu¹⁹. Učebnice jsou učiteli obecně vnímány jako předpis kurikula^{6–8}, a to bez ohledu na vzdělávací obor. Dále se ukázalo, že jsou učebnice pro mnohé učitele i primárním zdrojem vyučovacích metod²⁰, a tím se stávají i zdrojem námětů pro plánování a realizaci výuky²¹.

Lze předpokládat, že jednotlivé typy chemických výpočtů, způsob jejich zavádění, modelová řešení i samotná povaha dalších úloh k procvičování v dostupných učebnicích formují předpis pro realizované kurikulum. Takto vedený výzkum tak může doplnit stávající informace o této problematice^{2,3,9–11}.

Cíle a metody

Jelikož kurikulární dokumenty nenabízí jasné vymezení požadovaného rozsahu daného tématu, další konkretizaci zamýšleného kurikula tak nabízejí učebnice. Pro ucelený přehled je zapotřebí sladit požadavky prezentované jednotlivými učebnicemi a následně optimalizovat požadavky vysokých škol.

Cílem této studie proto bylo posoudit *učebnicemi vymezené pojetí a rozsah výuky chemických výpočtů, konkrétně v učebnicích chemie pro střední školy*.

Pro analýzu byly vybrány pouze učebnice v nejužším slova smyslu²². Jelikož oproti učebnicím chemie pro základní školy⁵ není k dispozici aktuální studie, na jejímž základě by bylo možné výběr provést, byly proto využity dílčí studie a šetření^{9,23,24}, které se učebnicemi využívanými na středních školách zabývaly.

Do analýzy byly zařazeny publikace uvedené v tabulce I. Do výběru nebyla zahrnuta úspěšná učebnice *Základy přírodovědného vzdělávání: Chemie* (Pumpr a spol.), jelikož je svým rozsahem a zaměřením určena výhradně žákům studujícím obory, kde chemie není vyučována ve vyšším rozsahu.

V daných publikacích byly vyhledány příslušné kapitoly věnované chemickým výpočtům, které byly poté analyzovány s ohledem na:

- typ výpočtu,
- prezentace definičního, popř. výpočetního vztahu,
- operacionalizace členů v definičním, popř. výpočetním vztahu,
- modelové/řešené úlohy,
- zadání úloh na procvičení,
- zpětná vazba (výsledky pro kontrolu),
- prezentace alternativních postupů (sem patří trojčlenka, procento, postupné dosazování do jednotlivých vztahů, křížové pravidlo apod.).

Tabulka I
Přehled analyzovaných učebnic chemie

Zkratka	Autoři	Rok vydání	Název učebnice	Nakladatelství
ChSŠ	Banýr J., Beneš P., Hally J., Holada K., Novotný P. a kol.	1995	Chemie pro střední školy ²⁹	SPN
ChSOŠ	Blažek J., Fabini J.	2005	Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření ³⁰	SPN
ChSOŠNech	Čapek Adamec M. a kol.	2022	Chemie pro SOŠ nechemického zaměření	Eduko
ChGI	Flemer V., Dušek B.	2001	Chemie I pro gymnázia ³¹	SPN
Ch4G	Mareček A., Honza J.	1998	Chemie pro čtyřletá gymnázia, 1. díl ³²	Nakladatelství Olomouc
Ch4G	Mareček A., Honza J.	2005	Chemie pro čtyřletá gymnázia, 3. díl ³³	Nakladatelství Olomouc
OACH	Šrámek V.	2005	Obecná a anorganická chemie ³⁴	Nakladatelství Olomouc
UG	Švandová V., Šáfrová A., Žabová I., Kostura B.	2023	Učebnice pro gymnázia ³⁵	Taktik
PSch	Vacík J.	1999	Přehled středoškolské chemie ³⁶	SPN

Výsledky a diskuse

Z výsledků analýzy vyplývá konsenzus mezi autory učebnic ohledně obsahu tohoto tématu. Toto zjištění potvrzuje dříve popsanou silnou tradici v představě o pojetí učebnice²⁵. Učebnice využívané na gymnáziích zahrnují všechny uvedené typy chemických výpočtů, což potvrzuje i předchozí zjištění⁹. Učebnice pro jiné obory vyššího sekundárního vzdělávání některé typy výpočtů vynechávají. To potvrzuje vhodnost původního výběru pro testování výsledků žáků².

Analýzou byly odhaleny výrazné rozdíly mezi jednotlivými učebnicemi, a to jak v rozsahu zařazených témat z chemických výpočtů, tak v pojetí výkladu daného učiva či rozsahu jeho procvičování. Jelikož je rozsah závazného učiva ve stávajících RVP definován velmi obecně, volba konkrétních témat zůstává na učitelích. Je tedy pravděpodobné, že se budou i v tomto řídit obsahem učebnice^{6,7,21}. Toto zjištění částečně umožňuje interpretaci předešlých výsledků o úspěšnosti studentů v jednotlivých typech úloh. Například výpočty hmotnostního zlomku nebo látkové koncentrace – témata, kterým se věnují všechny učebnice – patří z hlediska výsledků žáků mezi nejméně problematické^{2,3}. Tento typ výpočtů je, co se týče požadovaných kroků, myšlenkových operací a práce s oborovými koncepty jednodušší např. v porovnání s výpočty z chemických rovnic. Nicméně právě témata, která obvykle způsobují studentům největší obtíže (výpočty z chemických rovnic, výpočty pH, směšovací rovnice)^{2,3}, jsou v učebnicích zastoupena v menším rozsahu. Výjimku tvoří pouze výpočty z chemických rovnic, jimž je v učebnicích naopak spolu s hmotnostním zlomkem věnováno nejvíce příkladů. Do výsledků žáků se to však nepromítá².

Tím učebnice naznačují určitou důležitost témat, kdy množství pozornosti věnované danému typu výpočtu může značit jeho důležitost. Vzhledem k rozdílnému množství příkladů je tato varianta méně pravděpodobná a lze se domnívat, že autoři učebnic tuto skutečnost nebrali v potaz. V případě, že by učitelé chtěli daným typům výpočtů věnovat rovnocennou pozornost, je tak hledání nebo tvorba dalších úloh na nich samotných.

Mimo počtu příkladů v analyzovaných učebnicích se také liší zpracování jednotlivých kapitol. Nesoulad panuje ve stylu prezentace tématu u různých typů chemických výpočtů. Autoři u některých typů příkladů postupují systematicky: zavádějí vzorec pro výpočet dané veličiny, uvedou i alternativní postup řešení, postup demonstrují na modelovém příkladu a následně poskytnou další úlohy pro ověření porozumění a upevnění učiva. U jiných typů výpočtů jsou některé kroky opomenuty. To je částečně ovlivněno povahou samotných výpočtů (např. řešení výpočtu pH pouze pomocí úměry nelze). Nicméně u typu úloh, ve kterých je možné využít matematické operace, tj. pouze operace s čísly nebo výpočetní vztah, tj. dosazování do vzorců pro výpočet, byla zaznamenána nejednotnost v přístupu k výkladu.

Souhrnné výsledky také ukazují typický způsob zadání výpočetních úloh. Všechny analyzované učebnice s výjimkou nejnovější učebnice UG představují zadání v podobě slovní úlohy bez širšího kontextu (srov. cit.⁹). V tom se tyto učebnice liší od zahraničních učebnic⁹. To může potenciálně snižovat motivaci žáků věnovat se výpočtům (viz cit.²⁶). Na druhou stranu je tímto způsobem minimalizován potenciálně negativní vliv omezené úrovně čtenářské gramotnosti na řešení chemických výpočtů, která se projevuje jako neschopnost žáků ze slovní úlohy vyjádřit (přepsat) chemické veličiny⁹ a také jejich nedostatečně rozvinuté chemické myšlení (srov. cit.^{9,27}), jistoty v matematických operacích^{9,27} i obecné schopnosti řešit problémové úlohy (viz cit.¹⁷).

Pojetí výkladu jednotlivých typů chemických výpočtů v učebnicích chemie

Hmotnostní zlomek

Jak již bylo dříve zmíněno, hmotnostní zlomek se řadí mezi základní chemické výpočty, a je proto zahrnut v každé učebnici. Prezentace tohoto tématu je v učebnicích téměř unifikovaná: je zaveden vzorec pro výpočet, operacionalizovány proměnné a následně je výpočet demonstrován na řešeném příkladu, po kterém následuje cvičný příklad. Zde se však učebnice liší. Pouze Ch4G a ChSOŠ zahrnují také výsledek pro kontrolu. S výjimkou UG, ChSOŠNech a ChGI, většina autorů učebnic nabízí alternativní postupy řešení založené na úvaze a využití trojčlenky.

Směšovací rovnice

Většina učebnic prezentuje vzorec pro výpočet, který pak, s výjimkou učebnic ChGI a ChSOŠNech, operacionalizují. Následuje modelový, řešený příklad. V tomto jsou mezi učebnicemi rozdíly. ChGI, ChSŠ a ChSOŠNech uvádějí pouze jeden řešený příklad, zatímco ostatní jich uvádějí více. To ovlivňuje i podporu procvičování – zmíněné dvě učebnice obsahují pouze jeden příklad, zatímco ostatní až šest. Podobně jako u hmotnostního zlomku, pouze Ch4G uvádí správné výsledky řešení. Učebnice ChGI a ChSŠ se v tomto typu výpočtu omezují pouze na vzorec pro výpočet. Ostatní učebnice, které zařazují směšovací rovnice, představují také alternativní postup, jako je křížové pravidlo. Ozvláštněním je v tomto ohledu přístup ChSOŠNech, ve které autoři obcházejí klasickou směšovací rovnici a na konkrétním případě ředění roztoků demonstrují danou problematiku s oporou o schematicky znázorněný postup. Problematiku spojují rovnou s hmotnostním zlomkem a látkovou koncentrací.

V učebnici Ch4G je používán ve směšovací rovnici vyjádřené pomocí hmotnostních zlomků znak c (běžně používán pro označení molární (látkové) koncentrace) ve významu hmotnostního zlomku, což je zavádějící.

Látková koncentrace

Látková koncentrace, v učebnicích označovaná též *molární koncentrace*, není zahrnuta pouze v učebnici ChSOŠ. Ostatní učebnice standardně prezentují vzorec pro výpočet a operacionalizují jednotlivé proměnné. V souladu s předchozími tématy, učebnice Ch4G, OACH, UG, ChSOŠNech a PSCh demonstrují postup na řešených příkladech, zatímco ostatní učebnice řešené příklady neobsahují. Překvapující je, že učebnice ChGI poskytuje pouze vzorec pro výpočet bez dalšího příkladu. Ostatní učebnice nabízejí 2–3 úlohy k procvičení, s výjimkou Ch4G, která obsahuje 10 úloh. Pouze v učebnici Ch4G jsou poskytnuty výsledky řešení úloh. Společně s UG je Ch4G jednou z mála učebnic, která nabízí alternativní řešení, zatímco v PSCh se alternativní postupy objevují v kontextu stechiometrických výpočtů. Učebnice ChSOŠNech navíc problematiku spojuje s ředěním roztoků a kontextualizuje pojmy nasycený, koncentrovaný, zředěný roztok.

Výpočty z chemických rovnic (stechiometrické výpočty)

Tématu se věnují všechny analyzované učebnice. Pouze učebnice Ch4G a UG nezavádějí vzorec pro výpočet z chemické rovnice a postupují úvahou. Zbylé učebnice zavádějí vzorec pro výpočet, ale postupují rozdílně. V ChGI autoři na jednom příkladu ukazují průběh výpočtu založený na postupném dosazování do jednotlivých výpočetních vztahů, na druhém příkladu pak postupnou úpravu obecného výpočetního vztahu a dosazení. V OACH autor nejprve prezentuje již upravený vzorec pro výpočet, ve druhém příkladu ukazuje řešení postupným dosazováním do výpočetního vztahu. V učebnici PSCh jsou uvedeny tři postupy: dosazení do celkového upraveného vzorce

$$m(\text{B}) = \frac{b}{a} \cdot \frac{M(\text{B})}{M(\text{A})} \cdot m(\text{A}),$$

postupné dosazování do jednotlivých vztahů a výpočet přes podíly látkových množství. Právě postup přes podíly látkových množství je volen i v učebnicích ChGI a OACH. Z didaktického hlediska je však méně zdařilé, že uvádějí pouze příklad, kdy jsou látková množství v poměru 1:1 a počítání s jiným poměrem, které činí problémy², není zařazeno. Tento nedostatek není odstraněn ani v případě učebnic, které počítají se vztahem, který tuto potřebnou úvahu obchází. Teoreticky tak tento přístup může stát za problémy s aplikací stechiometrie při popisu chemických dějů, např. když se žáci nebo studenti dostanou k výpočtům souvisejícím s titracemi. V tomto duchu téma prezentují autoři ChSOŠNech, kteří celou problematiku zdařile prezentují na reakci hliníku s kyselinou chlorovodíkovou.

Jednotlivé učebnice pak odlišně přistupují i k fixaci učiva. Zatímco Ch4G ke třem řešeným úlohám přidává devět úloh na procvičení (tradičně s poskytnutými výsledky), OACH pět a ChSŠ tři příklady, ve zbylých učebnicích je uveden pouze jeden až dva příklady. V tomto se projevuje odlišná představa autorů o funkci učebnice.

Výpočty pH

U výpočtů pH se jinak poměrně homogenní pojetí zpracování učebnic rozchází. V učebnicích ChSŠ, ChSOŠNech a ChSOŠ není téma zařazeno vůbec. Tři učebnice se věnují pH silných kyselin, nikoli pOH, a pouze v učebnicích OACH a CH4G je představen i vzorec pro výpočet pOH a v učebnici UG se s výpočtem pOH seznámíme až v řešené úloze. Učebnice CH4G zahrnuje navíc také řešené úlohy zaměřené na výpočet pH roztoku slabé kyseliny anebo zásady. Rozdíly mezi učebnicemi jsou opět v práci s příklady. ChGI oproti ostatním učebnicím obsahujícím tento typ výpočtů neuvádí řešený příklad. Ostatní učebnice obsahují 1–2 příklady na procvičení, výjimkou je učebnice CH4G, která obsahuje až 10 řešených úloh.

Alternativní postupy se pak vyskytují v učebnicích: Ch4G, ChGI, ChSŠ a PSCh:

- odvození pH podle hodnoty exponentu v zápisu koncentrace oxoniových kationtů (Ch4G a UG),
- stupnice pH s vazbou na hodnotu exponentu koncentrace oxoniových kationtů (ChGI, OACH a PSCh),
- stupnice pH s vazbou na koncentraci oxoniových kationtů a koncentraci hydroxidových aniontů (OACH a PSCh),
- stupnice pH bez vazby na koncentraci oxoniových kationtů (schéma stupnice s informací kyselá, neutrální, zásaditá – ChSŠ, PSCh).

Srovnání jednotlivých učebnic

Učebnice Ch4G a OACH, poprvé vydané před implementací současných Rámcových vzdělávacích programů (RVP) 2009–2012, pojímají téma chemických výpočtů nejkomplexněji ze všech analyzovaných učebnic. Nabízí rozsáhlou škálu úloh k procvičování i ukázek alternativních řešení. Z tohoto hlediska poskytují učitelům komplexní podporu, eliminující potřebu vyhledávat další materiály. PSCh, což je překvapivé vzhledem k jeho charakteru jako přehledové publikace, se vyznačuje vysokým počtem modelových příkladů. Slouží jako efektivní nástroj pro vysvětlení postupů řešení chemických výpočtů. Avšak pro upevnění získaných dovedností je nutné, aby učitelé tuto publikaci kombinovali s jinými materiály, které obsahují další úlohy k procvičení. S ohledem na cílovou skupinu, pro kterou jsou určeny učebnice ChSOŠ, ChSŠ a ChSOŠNech, není překvapující, že v ní je téma výpočtů výrazně omezeno. Nejenže se věnují nejmenšímu rozsahu typů výpočtů, ale také poskytují omezený počet úloh k procvičení nebo je úplně vynechávají. Podobný trend byl zjištěn i u jiných učebnic pro střední odborné školy.

Ve výsledcích analýzy se projevuje rok vydání převážně většiny učebnic. Autoři je zpracovávali v době, kdy dříve platné kurikulum udávalo samotný rozsah i typy výpočtů. Mezi učebnicemi jsou ovšem rozdíly i v povaze role učebnice. V případě některých nabízí samotná učebnice umožňující díky počtu řešených úloh i úloh

k procvičení dostatečnou oporu. V jiném případě – pokud učitel nepřevzme pojetí učebnice jako dané, a po jedné vyřešené úloze téma neopustí – je nucen kombinovat více učebnic (viz cit.⁵) nebo hledat další zdroje. Přestože se v poslední době objevuje množství alternativních materiálů, je to pro učitele jednak časovou zátěží, jednak se musí potýkat s jejich kritickým posouzením, jelikož ne vždy jde o prověřené, kvalitní materiály. Ve většině analyzovaných učebnic jsou úlohy zadané stručným textem. Učebnice UG a ChSOSNech zahrnují spolu s úlohami i kontext – delší textová zadání či praktické ukázky zaměřené na aplikace s přesahem do běžného života (srov. cit.⁹).

Implikace pro praxi

Z provedené analýzy vyplývá několik implikací pro praxi i další výzkum:

(1) Revize a aktualizace Rámcových vzdělávacích programů: V návaznosti na zjištěnou schopnost studentů po absolvování střední školy provádět základní chemické výpočty, a především podle rozdílů v připravenosti studentů, by bylo vhodné více specifikovat stávající učivo a tuto disciplínu konkretizovat do podoby očekávaného výstupu.

(2) Zvýšení důrazu na praktické aplikace a kontextové učení ve výuce chemie: Výzkumy^{2,3} poukazují na nedostatečnou schopnost studentů aplikovat chemické výpočty na úlohy ukotvené v reálných situacích (slovní úlohy). I v případě chemických výpočtů je tedy vhodné zvýšit důraz na kontextové učení, schopnost práce s textem a praktické aplikace v učebních osnovách. To je žádoucí prospat jak v nových učebnicích, tak v dalších materiálech k podpoře výuky tohoto tématu.

(3) Vývoj a integrace nových pedagogických přístupů a materiálů: Z analýzy učebnic vyplývá potřeba vytvořit a začlenit nové, inovativní výukové materiály s využitím moderních pedagogických strategií, které cílí na posílení matematických dovedností a konceptuálního porozumění chemickým výpočtům (viz např.²⁸).

(4) Další výzkum v oblasti didaktiky chemie: Je třeba provést další výzkumy zaměřené na pochopení, jakým způsobem středoškolští učitelé chemie pojmají základní témata učiva chemie a jak se jejich přístup k pojetí výuky projevuje v dosahování výsledků učení jejich žáky.

Závěr

Tento článek poskytuje komplexní analýzu pokrytí a zpracování chemických výpočtů v různých učebnicích chemie pro střední školy. Zjištění ukazují, že gymnaziální učebnice obvykle pokrývají široký rozsah témat a typů výpočtů, zatímco učebnice pro jiné typy středních škol se v tomto ohledu liší. Přestože mezi učebnicemi existuje shoda ohledně základních chemických výpočtů (hmotnostní zlomek a látková koncentrace), významné rozdíly se objevují v rozsahu a hloubce pokrytí dalších

témat, jako jsou výpočty z chemických rovnic a pH. Učebnice se různí nejen v počtu a typu modelových a cvičných úloh, ale také v přístupu k výkladu a prezentaci alternativních postupů řešení. Některá témata, která bývají pro studenty obtížnější, nejsou v učebnicích dostatečně zastoupena. Tento fakt může mít vliv na úspěšnost studentů při řešení chemických výpočtů v těchto oblastech.

Na výsledky je zapotřebí nahlížet s vědomím limitů studie. Prvním z nich je výběr materiálů. Autoři si jsou vědomi existence dalších publikací (echembook.eu, Chemie pro spolužáky, Odmaturuj z chemie, Chemie v kostce aj.), tyto výstupy však nesplňují požadavek všeobecně rozšířeného média a/nebo pojetí učebnice. Limitujícím může být také pohled pouze na učebnice. S ohledem na ne vždy podrobné ŠVP i popsany rozpor mezi ŠVP a realizovaným kurikulem se tak analýza učebnic spolu s úspěšností studentů v chemických výpočtech a postojem učitelů k výpočtům jeví jako dostatečně relevantní.

Tento článek přináší poznatky o způsobu, jakým různé učebnice přistupují k prezentaci chemických výpočtů, a poukazuje na potřebu dalšího výzkumu v této oblasti za účelem zlepšení výuky a porozumění chemie žáky a následně i studenty.

LITERATURA

1. Rychtera J. a 10 spoluautorů: *Kritická místa kurikula chemie na 2. stupni základní školy I*. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň 2019.
2. Rusek M., Vojtíš K., Bártová I., Klečková M., Sirotek V., Štrofová J.: *Acta Chim. Slov.* 69, 371 (2022).
3. Rusek M., Vojtíš K., Chroustová K., v knize: *Scientific Thinking in Chemical Education* (Nodzynska M., ed.), str. 67. Pedagogical University of Kraków, Kraków 2021.
4. Medek P.: *Analýza školních vzdělávacích programů na pražských základních školách se zaměřením na vzdělávací obor chemie. Bakalářská práce*. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Praha 2021.
5. Vojtíš K., Rusek M.: *J. Balt. Sci. Educ.* 20, 316 (2021).
6. Vojtíš K., Rusek M.: *Chem. Educ. Res. Pract.* 23, 786 (2022).
7. Chiappetta E. L., Fillman D. A.: *Int. J. Sci. Educ.* 29, 1847 (2007).
8. Törnroos J.: *Stud. Educ. Eval.* 31, 315 (2005).
9. Obruča A.: *Motivační výpočtové úlohy pro výuku chemie na SŠ. Diplomová práce*. Palackého univerzita, Přírodovědecká fakulta, Olomouc 2022.
10. Horáková A.: *Efektivita uplatnění principu převrácené třídy v kurzu Chemické výpočty. Diplomová práce*. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Praha 2021.
11. Frolíková M.: *Schopnost nastupujících studentů učitelství provádět chemické výpočty. Master thesis*. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Praha 2022.
12. Maciejowska I.: *Gamtamokslinis Ugdymas 2009*, 38 (2009).

13. Scott F. J.: Chem. Educ. Res. Pract. 15, 568 (2014).
14. Fach M., de Boer T., Parchmann I.: Chem. Educ. Res. Pract. 8, 13 (2007).
15. Shadreck M., Enunuwe O. C.: Afr. J. Educ. Stud. Math. Sci. 14, 25 (2018).
16. Novosák J., Novosáková J., Suchomel P., Zatloukal T., Kovář K.: *Výsledky vzdělávání žáků 9. ročníku základních škol ve vybraných předmětech ve školním roce 2022/2023*. Česká školní inspekce, Praha 2023.
17. Tóthová M., Rusek M.: Front. Educ. 7, 1051098 (2022).
18. Williamson P. K.: Think. Skills Creativity 6, 31 (2011).
19. Remillard J. T.: Rev. Educ. Res. 75, 211 (2005).
20. Mullis I. V., Martin M. O., Foy P., Arora A.: *TIMSS 2011 international results in mathematics*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Chestnut Hill, MA 2012.
21. Lepik M., Grevholm B., Viholainen A.: Nord. Stud. Math. Educ. 20, 129 (2015).
22. Průcha J.: *Učebnice: Teorie a analýzy edukačního média*. Paido, Brno 1998.
23. Prášilová J., Klečková M., Kameníček J.: Chem. Listy 109, 726 (2015).
24. Huvarová M.: *Nejpoužívanější středoškolské učebnice chemie na gymnáziích. Bakalářská práce*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc 2010.
25. Vojtř K., Rusek M.: Chem. Listy 114, 366 (2020).
26. Havlíčková R.: Scientia in educatione 11, 2 (2020).
27. Leopold D. G., Edgar B.: J. Chem. Educ. 85, 724 (2008).
28. Rusek M., Tóthová M., Vojtř K., Chroustová K.: *Adaptivní e-book pro podporu výuky chemických výpočtů principem převrácené třídy*. UK PedF, Praha 2021.
29. Banýr J., Beneš P., Hally J., Holada K., Novotný P., Pospíšil J.: *Chemie pro střední školy*. SPN – pedagogické nakladatelství, Praha 1995.
30. Blažek J., Fabini J.: *Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření*. SPN – pedagogické nakladatelství, Praha 2005.
31. Flemr V., Dušek B.: *Chemie I pro gymnázia*. SPN – pedagogické nakladatelství, Praha 2001.
32. Mareček A., Honza J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia – 1. díl*, 1. vyd. Nakladatelství Olomouc, Olomouc 1998.
33. Mareček A., Honza J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia 3. díl*. Nakladatelství Olomouc, Olomouc 2005.
34. Šrámek V.: *Obecná a anorganická chemie*, 2. vyd. Nakladatelství Olomouc, Olomouc 2005.
35. Švandová V., Šáfrová A., Žabová I., Kostura B.: *Učebnice pro gymnázia*. Taktik, Praha 2023.
36. Vacík J.: *Přehled středoškolské chemie*, 4. vyd. SPN, Praha 1999.

M. Rusek^a, V. Machková^b, D. Koperová^a, I. Bártová^c, V. Sirotek^d, and J. Štrofová^d (^a Faculty of Education, Charles University, Prague, Czech Republic, ^b Faculty of Science, University of Hradec Králové, Hradec Králové, Czech Republic, ^c Faculty of Science, Palacký University Olomouc, Olomouc, Czech Republic, ^d Faculty of Education, University of West Bohemia, Pilsen, Czech Republic): **Extent and Processing of Chemical Calculations in the Chemistry Textbooks for High Schools**

The presented study is focused on the analysis of the scope and conception of teaching the chemical calculations in high school textbooks. The performed detailed analysis of selected textbooks was focused on: types of calculations, the conception of their explanations, the form of example assignments, methods of solution, and opportunities for practice. The results showed considerable differences between individual textbooks in the scope of topics included and in the approach to the explanation of the given material. The findings suggest that current high school education, in terms of its impact on students' abilities to solve chemical calculations, is not fully adapted to the requirements of university studies. This may be reflected in the insufficient preparedness of students not only in the field of chemical calculations but also, for example, in the introductory laboratory courses. This work provides teachers who prefer textbooks for teaching preparation a comprehensive overview for an informed selection from available textbooks. For researchers in the field of the chemistry didactics and creators of educational policy, it offers recommendations for improving teaching strategies and supports a deeper understanding of the significance and implementation of chemical competencies and mathematical skills in education.

Keywords: chemical calculations, textbook analysis, chemistry education



Užití tohoto díla se řídí mezinárodní licencí Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.cs>), která umožňuje neomezené využití, distribuci a kopírování díla pomocí jakéhokoliv média, za podmínky řádného uvedení názvu díla, autorů, zdroje a licence.