

Univerzita Karlova  
Pedagogická fakulta  
Katedra chemie a didaktiky chemie

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

Schopnost nastupujících studentů učitelství provádět chemické výpočty  
Freshmen chemistry teachers' ability to perform chemistry calculations

Bc. Markéta Frolíková

Vedoucí práce: PhDr. Martin Rusek, Ph.D.

Studijní program: Učitelství pro střední školy

Studijní obor: Učitelství všeobecně vzdělávacích předmětů pro základní školy  
a střední školy biologie – chemie

Odevzdáním této diplomové práce na téma Schopnost nastupujících studentů učitelství provádět chemické výpočty potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 4. 12. 2021

Ráda bych poděkovala mému vedoucímu PhDr. Martinovi Ruskovi, Ph.D. za cenné rady, trpělivost při konzultacích a pomoc při zpracování mé diplomové práce.

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zabývá tím, s jakými schopnostmi přicházejí studenti na Pedagogickou fakultu Univerzity Karlovy na katedru chemie a didaktiky chemie, a také jak se jejich schopnosti zlepšují po absolvování kurzu *Chemické výpočty*, a to konkrétně v zimním semestru v akademickém roce 2020/2021.

Začátek práce, konkrétně teoretická východiska této práce, se zabývá výzkumy týkající se chemických výpočtů, kde se řeší, s čím například mají při jejich řešení studenti problém. Dále je obsahem teoretické části postavení chemických výpočtů v kurikulárních dokumentech (RVP ZV, RVP G a RVP SOV), ale také to, jak se k nim staví přímo na základních a středních školách.

Výzkumná část se zaměřuje na schopnost studentů řešit po střední škole chemické výpočty. Zjišťování jejich schopností proběhlo pomocí vstupních testů. Zkoumána byla nejen jejich úspěšnost, ale také příčiny úspěšnosti, či naopak jejich neúspěšnosti. V další části výzkumu byl studentům zadán obdobný výstupní test (teprve po absolvování kurzu *Chemické výpočty*), který nám poskytl informace o tom, zda se studenti díky kurzu zlepšili v řešení chemických výpočtů. Všechny další informace pro tento výzkum byly zjištěny a doplněny pomocí polostrukturovaných rozhovorů s vybranými studenty.

Z výsledků vyplývá, že studenti mají po absolvování střední školy odlišné schopnosti v řešení chemických výpočtů a že kurz *Chemické výpočty* měl rozhodně pozitivní efekt jak v jejich zlepšení, tak také v jejich postoji k tomuto chemickému tématu.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

chemické vzdělávání, chemické výpočty, rozhovory, pretest, posttest

## **ABSTRACT**

This thesis deals with the study of skill sets which the students acquired prior to attending the Faculty of Education at Charles University, specifically the Department of Chemistry and Chemistry Education, and how their knowledge of the subject improved after attending the Chemistry Calculations course, specifically in the 2020/2021 winter semester.

In the first part of this thesis, where the theoretical standpoints are established, the thesis deals with the research of chemistry calculations wherein, for example, the students' issues regarding these calculations are outlined. Additionally, this part includes the position of chemical calculations inside curriculum documents (RVP ZV, RVP G and RVP SOV) and how they are accepted and used directly in elementary and high schools.

The second, practical, part studies the students' ability to solve chemical calculations after attending high school. The study was carried out by entrance exams. Not only was the success rate observed, but also the reasons of success or failure were examined. In the subsequent section of the study, a similar entrance exam was given out to students who have attended the Chemistry Calculations course, which delivered insight into whether the course improved the knowledge of the students on this subject. All additional information regarding this research was gathered in semi-structured interviews with selected students.

It can be observed that students have varied knowledge and skills in solving chemical calculations directly after finishing high school and that the Chemistry Calculations course had a definite positive effect on the improvement of these skills and the students' stance towards this chemical topic.

## **KEYWORDS**

chemical education, chemistry calculations, interview, pretest, posttest

## Obsah

Úvod.....	7
1 Teoretická východiska.....	9
1.1 Výzkum zaměřený na chemické výpočty .....	9
1.1.1 Slovní úlohy jako problém .....	10
1.1.2 Studenti nečtou a nemyslí .....	11
1.1.3 Problém je v matematice.....	12
1.1.4 Obliba tématu chemické výpočty .....	13
1.2 Výpočty a kurikulum .....	13
1.2.1 RVP.....	15
1.2.2 ŠVP .....	17
1.2.3 Pozice výpočtů v maturitní zkoušce .....	25
1.3 Metody pedagogického výzkumu.....	26
1.3.1 Rozhovory .....	26
2 Cíle .....	28
3 Metody.....	29
3.1 Výzkumný vzorek.....	29
3.2 Výzkumný design .....	29
3.2.1 Pretest, posttest.....	29
3.2.2 Rozhovory .....	30
3.3 Výzkumné metody.....	30
3.3.1 Rozhovory .....	30
3.4 Analýza dat.....	32
3.4.1 Způsob vyhodnocení testů.....	32
3.4.2 Analýza výsledků testu .....	36

3.4.3	Způsob analýzy rozhovorů .....	36
4	Výsledky a diskuze .....	37
4.1	Pretest – s čím přicházejí na VŠ? .....	37
4.1.1	Znají příklady ze středních škol? .....	37
4.1.2	Sebehodnocení studentů.....	38
4.1.3	Pretesty.....	40
4.2	Výsledky postestu.....	45
4.2.1	Výsledky a jejich rozbor .....	45
4.2.2	Sebehodnocení výsledku postestu .....	49
4.3	Efektivita kurzu <i>Chemické výpočty</i> .....	51
4.3.1	Jaký efekt měl na zvýšení úspěšnosti studentů? .....	51
4.3.2	Jaký je efekt kurzu na jistotu studentů v řešení chemických výpočtů? .....	52
4.3.3	Co pomáhá ke zlepšení schopnosti řešit chemické výpočty?.....	53
4.4	Jak hodnotí kurz studenti?.....	54
	Závěr .....	56
	Použitá literatura.....	59
	Seznam příloh .....	67

## Úvod

Jeden z kurzů, se kterým se studenti setkávají jako první a který prostupuje celým studiem, jsou výpočty. Najdeme je v obecné chemii, fyzikální chemii, analytické chemii a v každých laborkách. Jak bude dále rozpracováno v teoretických východiscích, výpočty patří mezi neoblíbené, obtížné téma, které je některými autory označováno za kritické. Lze tedy předpokládat, že připravenost studentů nastupujících na vysokou školu v této oblasti bude nižší.

Ve své diplomové práci jsem se zabývala schopností studentů řešit chemické výpočty. Jako vzorek byli vybráni studenti, kteří přichází na Pedagogickou fakultu Univerzity Karlovy. Cílem této práce je zmapovat, s jakými znalostmi a dovednostmi ve vztahu k chemickým výpočtům studenti přicházejí na vysokou školu a jaká je jejich schopnost řešení výpočtů po absolvování kurzu *Chemické výpočty*. Pokud studenti po absolvování středních škol nejsou schopni řešit základní chemické výpočty, nabízí se myšlenka, zda je efektivní, aby byly chemické výpočty součástí rámcových vzdělávacích programů (RVP ZV, RVP G a RVP SOV), či zda se mají vyučovat jen na chemickým seminářích, které navštěvují studenti, kteří se v budoucnu budou chemii věnovat (výuka tak bude směřována pouze žákům s potenciálním zájmem o obor). Je třeba však brát zřetel na to, že výpočetní úlohy souvisí i další řadou jiných znalostí a rozvíjí různé dovednosti. Nejde pouze o oblast přírodovědného vzdělávání. Významnou roli hraje i čtenářská gramotnost (pochopení zadání, na co se mě v úloze ptají). Potřebné je také kritické myšlení a samozřejmě i matematická gramotnost (schopnost pracovat se vzorci). Pro úspěch v chemických výpočtech je tedy potřeba komplexního souboru znalostí a dovedností. Možná proto, že chemické výpočty obsahují tolik nutných znalostí z různé sféry, málokterý žák střední školy přijímá téma s nadšením (Režňák, 2019). Tím pádem tu můžeme mít další možný důvod, proč nejsou studenti v chemických výpočtech úspěšní – nepatří mezi jejich oblíbené chemické téma kvůli jejich náročnosti.

Identifikované výsledky mají ambici sloužit další úpravě kurzu *Chemické výpočty* a tím napomoci studentům v jednom z úvodních kurzů studia.

Diplomová práce je členěna na pět větších kapitol. První kapitolu tvoří teoretická východiska. Obsahuje souhrn výsledků předešlých výzkumů zahrnujících faktory (ne)úspěšnosti studentů při chemických výpočtech. Součástí teoretických východisek je i přehled pojetí chemických

výpočtů v RVP ZV a RVP G a RVP SOV. Součástí této kapitoly je i krátká podkapitola věnovaná pozici chemických výpočtů v maturitní zkoušce z chemie. Druhá kapitola je věnována cílům výzkumu. Kapitola tři je věnována metodám práce. Jsou zde v jednotlivých krocích popsány postupy práce, výzkumný design, nástroje a analýza dat. Čtvrtá kapitola se zabývá výsledky a diskuzí. Nejdříve se zaměřuji na výsledky pretestu, následují výsledky posttestu a rozhovorů. Poslední kapitolou této práce je závěr, který obsahuje shrnutí výsledků, nalezené odpovědi na výzkumné otázky práce a také doporučení nejen pro kurz *Chemické výpočty*, ale také pro střední školy, jak přispět k vyšší schopnosti studentů řešit chemické výpočty.

# 1 Teoretická východiska

Teoretická východiska této diplomové reflektují dosavadní znalost a schopnosti žáků či studentů provádět chemické výpočty. Speciálně byla pozornost věnována příčinám nižší schopnosti studentů řešit chemické výpočty a postavení chemických výpočtů ve státních i školních kurikulárních dokumentech.

## 1.1 Výzkum zaměřený na chemické výpočty

Chemické výpočty nepatří mezi oblíbené učivo žáků na základních a středních školách (Rusek, 2013). Jsou označovány za kritické učivo i na základních školách (Rusek, 2013; Rychtera et al., 2020). Je to nejspíše způsobené tím, že k jejich pochopení a řešení nestačí mít pouze znalosti z chemie, ale je třeba mít na úrovni i matematickou a čtenářskou gramotnost (Režňák, 2019). Chemické výpočty jsou tématem, který přesahuje jeden konkrétní předmět a zasahují také do matematiky, kdy se řeší úlohy orientované na praxi. Proto je třeba se na chemické výpočty dívat i z matematického hlediska (Rusek, et al., 2016). K úspěšnému řešení je zapotřebí komplexu znalostí a dovedností. Současný problém žáků i studentů na vysokých školách je, že nejsou schopni využívat několik dovedností najednou a propojovat navzájem svoje znalosti různých předmětů. Pro většinu žáků je problém si dát osvojené učivo z jednotlivých předmětů do souvislostí a žáci si většinou učivo izolují do konkrétních předmětů. Proto je velmi důležité vytvářet a udržovat ve výuce mezipředmětové vztahy (Vaňková, 2017).

Chemické výpočty jako téma výuky se potýkají s řadou úskalí. Těmi jsou například problémy s abstrakcí nových pojmů (látkové množství či látková koncentrace – viz Johnstone, 2010), neschopnost žáků logicky myslet, algoritmické myšlení nebo řešení problémů (Johnstone, 2001).

Někteří žáci mohou vnímat některé pojmy z oblasti chemie příliš abstraktně. Proto jsou pak pro některé hůře pochopitelné. Tomu lze částečně předejít výukou chemie, kde se postupuje od konkrétního k abstraktnímu metodou indukce, při které vyvozujeme z pozorovaných jednotlivostí obecné, abstraktní závěry. Kvůli časovým důvodům se v praxi tato metoda příliš neuplatňuje. Častější postup je tedy opačný, a to od abstraktního ke konkrétnímu (Hofmann, 1971). Chemické výpočty umožňují žákům chápat vlastnosti chemických látek a jejich vzájemných přeměn ve smyslu číselných hodnot konkrétních veličin. Přispívají také

k pochopení obecných zákonitostí a vlastností látek (Pachman, 1986). Žáci by mimo jiné měli chápat souvislosti kvality chemických látek a reakcí s jejich kvantitou, důvod proč se musí použít konkrétní látka a proč používáme takové množství. Je třeba brát i zřetel na to, aby se výchovné cíle netýkaly pouze osvojování a využívání chemických, matematických a fyzikálních vědomostí, ale především musíme dávat důraz na to, aby u žáků docházelo k získávání dovedností a schopností řešit úlohy náročné na tvořivé myšlení (Hofmann, 1971). Některé studie přikládají nízkou schopnost žáků řešit chemické výpočty jejich špatné znalosti matematických operací (Leopold & Edgar, 2008), ale jsou i takové tábory, které tuto neznalost k příčinám nepřidávají. Konkrétně Gabel a Sherwood (1984) poznamenali, že špatné výsledky v chemických výpočtech byly způsobeny špatným pochopením základních pojmů jednotlivých témat. Stejně tak Scott (2012) nebo Rusek et al. (2021) shodně uvádějí, že matematické dovednosti studentů nebyly jedinou (klíčovou) příčinou jejich neúspěchu.

Chemické výpočty považují za kritickou oblast počátečního kurikula i samotní učitelé chemie. Je to další kritické učivo, u kterého můžeme najít příčiny poukazující na nedostatečné matematické a logické myšlení žáků. Do kritických výpočtů jsou učitelé řazeny především výpočet molární hmotnosti, látkové koncentrace, výpočtů ze vzorců a výpočty z chemických rovnic. Celkově jsou ale i chemické výpočty řazeny do klíčového učiva (Rychtera & Bílek et al., 2020), které je ve výuce potřeba.

### **1.1.1 Slovní úlohy jako problém**

Již na prvním stupni základní školy se žáci začínají setkávat se slovními úlohami a už se začínají objevovat rozdíly mezi jednotlivými žáky. Někteří jsou schopni řešit slovní úlohy bez pomoci a umějí si je rozebrat a vyřešit. Ale většina žáků neumí provést analýzu úlohy a správně ji matematicky vypočítat (Blažková & Vaňurová, 2013). Tato neschopnost řešit slovní úlohy v útlém věku v matematice pak žáky dál ovlivňuje a nejsou pak schopni řešit ani úlohy s chemickou tematikou, jelikož i při řešení těchto úloh je potřeba umět úlohu analyzovat, identifikovat problém a použít vhodné matematické operace. Slovní úlohy bývají problém od rané doby, kdy se ve výuce objeví. To většinou není způsobeno jejich oblibou, ale spíše je to pro ně jakýsi strašák, jelikož slovní úlohy jsou jak pro učitele, tak pro žáky velmi obsírné a těžko zvladatelné téma (Šíma, 2013). Slovní úlohy mívají zpravidla několik složek: verbální složku, kterou tvoří otázka dané úlohy či nějaký příkaz k řešení a další doplňkové složky

(doplňující informace či pokyny pro řešení). Tyto složky nemusí být zadané pouze slovně, ale také neverbálně pomocí značek a konkrétně v chemických výpočtech pomocí vzorců. Použití neverbálního zadání vede k větší motivaci studentů řešit chemické úlohy, jelikož jim usnadňuje pochopení zadání a také jejich řešení. Slovní zadání úlohy je obvyklejší a vyskytuje se ve většině učebnic, ale je třeba zvážit právě využití neverbálního zadání či nejlépe smíšeného. V chemických úlohách můžeme konkrétně zařadit do zadání různé grafy, značky veličin či vzorce prvků a chemických látek (Siváková, et al., 2018). Učební úlohy, jak zadané slovně, tak pomocí vzorců, by měly být součástí každé vyučovací hodiny. Úlohy a jejich zadání blízce souvisí s výukovými cíli a slouží jako prostředek k jejich plnění. Nejenom, že jsou jedním z prostředků výukových cílů, ale také slouží ke zvýšení motivace učební činnosti žáků a k jejich aktivizaci poznávací a myšlenkové činnosti (Zormanová, 2014).

### **1.1.2 Studenti nečtou a nemyslí**

Čtenářská gramotnost je nadpředmětová. Žáci ji už prvně získávají v rámci jejich základního vyučovacího jazyka a poté by se měla rozvíjet ve všech předmětech pomocí řízených procesů aktivního učení se žáka. Do čtenářské gramotnosti spadá schopnost porozumět textu a následně ho interpretovat. Je třeba docílit, aby žáci/studenti byli schopni číst s porozuměním a tím poté lépe pochopí význam textu či právě i zadání slovní úlohy (Najvarová, 2008). Rozvíjení čtenářské gramotnosti můžeme považovat za nejdůležitější součást současného vzdělávání (Korsňáková, et al., 2009). Čtenářská gramotnost je školou celkově méně rozvíjena, ale na druhé straně by měla představovat základní výbavu každého studenta po absolvování jakéhokoliv středoškolského oboru (Straková & Simonová, 2020). Pokud studenti postrádají schopnost kvalitně číst, jsou velmi omezeni v širokém obsahu vědeckého poznávání (Fang & Wei, 2010). I přesto, že se čtenářské dovednosti rozvíjejí po nástupu do primárního vzdělávání, tak se jak u žáků základních škol a i u studentů, kteří se později hlásí na vysoké školy, naráží na problém, kdy nejsou schopni kvalitně a pozorně přečíst celou slovní úlohu či jakýkoliv text a zároveň mu porozumět. Nejsou většinou schopni pochopit otázku, která souvisí se čteným zadáním a odpovídají úplně na jinou, na kterou se úloha ani neptá a vůbec jejich odpovědi nesouvisí s jejím řešením (Blažková & Vaňurová, 2013). Čtenářská gramotnost je důležitá nejen ve čtení zadání výpočetních úloh, ale celkově v chemii a přírodovědných předmětech kde se dovednost, týkající se vyhledávání odborných informací v různých zdrojích a jejich kritické

zhodnocení bez ní neobejde. O tom, že tato dovednost činí českým žákům potíže, vypovídá i mezinárodní šetření PISA, organizované OECD (Mandíková, et al., 2012).

### 1.1.3 Problém je v matematice

Jak již bylo stručně uvedeno výše, jedním z možných problémů, který může ovlivňovat výsledky žáků a studentů při řešení výpočtů v chemii, je neznalost matematických operací. Znalost matematiky je občas velmi zásadní proto, abychom byli schopni popsat a porozumět řadě vědeckých jevů (Scott, 2014). Při samotných řešeních úloh projevují žáci nejvíce nedostatků v matematice a matematických znalostech, které však není možné odstranit během hodin chemie (Pachman, 1986). Žáci jsou často schopni řešit jednoduché úlohy, kde využívají základní matematické operace, ale jakmile narazí na úlohy, které jsou složeny z více operací a kroků, mají s řešením značné problémy (Blažková & Vaňurová, 2013). Scott (2012) uvádí, že matematické dovednosti jsou neodmyslitelnou součástí výkonu studenta v chemických výpočtech. Neznalost matematiky má velký vliv na řešení výpočtů v chemii. Pokud nejsou matematické dovednosti dobře a správně pochopeny, je velmi těžké je využívat v jiných předmětech. Obande (2003) dokonce poznamenal, že když studenti středních škol mají problémy v matematice, přenáší je i do chemie, čímž pak vzniká problém s chemickými výpočty. Studie Lazonbyho et al. (1982) ke snížení dovedností při řešení chemických výpočtů přiřazují neschopnost studentů provádět řadu základních matematických operací, což pak významně poškozuje jejich celkový výkon. Například základní dovednosti, které se očekávají, že žáci na střední škole budou ovládat, jsou: základní výpočty, použití závorek, používání zlomků a desetinných míst, použití procent, logaritmů a exponentů či rovnic s jednou neznámou. Ale i tyto operace jsou občas při řešení chemických výpočtů jedním z hlavních problémů (Denny, 1971).

Dalším problémem může být nesoulad mezi tématy vyučovanými v matematice a v chemii. Téma chemických výpočtů na střední škole typicky přichází již v prvním ročníku. Ovšem oproti základní škole je zapotřebí řada matematických operací, ke kterým se studenti při hodinách matematiky zatím nedostali. Častým problémem je tedy mezioborová korelace. Často je to právě učitel chemie, který musí zavádět matematické operace, které potřebuje, aby žáci uměli při řešení chemických výpočtů (např. logaritmické funkce) místo učitele matematiky, což je další zdržující bod při učení výpočtů (Maciejowska, 2009).

Celkové výsledky chemických výpočtů jsou pak dále ovlivněny faktory typických chyb žáků. Do nejčastějších početných chyb se dle Mazurka (2011) řadí chyba ve znaménku, numerické chyby (či chyba při počítání na kalkulačce), nesprávný postup nebo úvaha, vynechání členu, špatné dosazení do vzorce, ztracená řešení, špatně opsaný řádek od souseda či celkově uvedení nesprávného vzorce. Někdy může problém spočívat v tom, že žáci chemické výpočty většinou nechápou jako aplikaci matematiky na konkrétní situaci v jiném oboru, ale považují je za další hodiny matematiky (Rychtera & Bílek et al., 2020). To je samozřejmě nesprávný nebo minimálně zkreslující pohled žáků. Je třeba, aby na hodiny chemických výpočtů pohlíželi především z chemické stránky a jen v nich matematické dovednosti využívali.

#### **1.1.4 Obliba tématu chemické výpočty**

Budiš (1996) uvádí, že v mnoha průzkumech zaujímá chemie jedno z posledních míst v žebříčku oblíbených předmětů. Výsledky potvrzují další výzkumy (např. Höffer & Svoboda, 2005; Rusek, 2013; Švandová & Kubiátka, 2012). Špatnému postavení chemie pravděpodobně přispívají chemické výpočty, které jsou často považovány za nejtěžší téma v chemii (Trnová, et al., 2013). Obliba chemických výpočtů není obecně vysoká, i přesto, že jsou chemické výpočty důležitým tématickým celkem v chemii (Rusek, et al., 2021). Ve výzkumné studii Švandové a Kubiátka (2012) bylo zjištěno, že obecně chemie je neoblíbená kvůli své náročnosti množstvím poznatků, které si studenti musí osvojit během krátké časové doby. Ze studie také vychází, že nejvíce pozitivní postoj mají k chemii studenti v prvním ročníku a v pozdějších ročnících je již jejich postoj neutrální až negativní (Škoda, 2003). Toto téma vyšlo ve výzkumu Ruska a Škody (2014) jako téma pro žáky prvních ročníků středních škol nejméně důležité ze všech uváděných témat a také za velmi obtížné. Výzkum na žácích ZŠ uvádí podobné výsledky (Trnová, 2010). I v našich podmínkách se již objevuje interpretace, že neoblíbenost tohoto tématu může spočívat v jeho abstraktnosti a jeho propojení s matematikou (Rychtera & Bílek, et al., 2020).

## **1.2 Výpočty a kurikulum**

V rámcových vzdělávacích programech základních škol, středních škol a gymnázií (RVP ZV, RVP SOV a RVP G) a následně ve školních vzdělávacích programech (ŠVP) jednotlivých škol mají chemické výpočty své místo. Jak je tedy možné, že valná většina žáků, kteří přijdou ze

základní školy na střední školu a ti, kteří jdou pak ze střední školy na vysokou školu chemického zaměření, není schopna bez problému řešit chemické výpočty? Má tedy smysl je tam vůbec vyučovat?

Chemické výpočty bezpochyby patří do „balíčku“ dovednostní a znalostí chemického vzdělávání. Studenti, kteří se nebudou v budoucnu dále zabírat chemií a nevyskytnou se v chemických laboratořích, nebudou v praxi chemické výpočty potřebovat, ale ti co ano, tak je rozhodně musí umět používat (Rusek et al., 2016). Je nutno podotknout, že i když mnozí později chemické výpočty potřebovat nebudou, tak jejich důležitost uchovat je ve výuce na základních a středních školách spočívá v tom, že jsou součástí mezipředmětových vztahů. Žáci, kteří si osvojí znalosti a dovednosti v matematice, se je pak učí aplikovat právě při řešení chemických výpočtů (Trnová et al., 2013). Učit se číst odbornější text a především porozumět jim a pochopit, co se po nich v úloze vyžaduje, patří k dalším důležitým cílům výuky přírodovědných oborů. Jde o již zmiňované propojení nadřazené čtenářské gramotnosti s tou přírodovědnou. Výpočty v chemii rozvíjí tedy komplexní dovednosti a znalosti žáků.

Během výuky chemických výpočtů se rozvíjí i kompetence k učení. Žáci se také díky tomuto tématu zdokonalují ve vyhledávání a třídění informací, které po jejich pochopení používají v procesu učení. Dále si žáci procvičují operace s obecně užívanými termíny, znaky a symboly. Uvádí různé informace do souvislostí a na základě těchto souvislostí své znalosti a poznatky propojují do větších celků (Gelová, 2017). Chemické výpočty mají i praktický význam. Žáci se učí například měření hodnot veličin při práci v chemických laboratořích a mohou více pochopit vlastnosti látek (Pachmann, 1986). Další důvod, proč jsou chemické výpočty důležité, je jejich konexe s každodenním životem. Běžně se setkáváme s různými typy koncentrací ve složení různých výrobků, které používáme v domácnostech. Dále například údaje o nutričních hodnotách na etiketách jsou v podstatě různá vyjádření hmotnostního zlomku (Gelová, 2017).

Tím vším se vytváří komplexnější pohled na přírodní a matematické jevy. Díky těmto důvodům se zvyšuje jejich důležitost. Na druhou stranu se chemie řadí mezi méně oblíbené předměty, právě díky chemickým výpočtům a jejich obtížnosti (Rusek, 2013; Trnová et al., 2013). Je tedy třeba se zaměřit na tuto část chemie a snažit se u ní zvýšit oblibu a motivaci žáků a změnit styl vyučování této problematiky. Jedna z možností je zmenšit výběr výpočtů na základní a střední škole s výjimkou odborných středních škol s chemickým zaměřením (Rusek et al., 2016).

Navýšit obsah tohoto tématu se může i na seminářích z chemie, kde je předpoklad, že jej navštěvují žáci, kteří se tomuto tématu a celkově chemii budou věnovat i v následujícím vzdělávání.

### 1.2.1 RVP

V RVP ZV a RVP G je chemie řazena do vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Tato oblast je v obou typech RVP charakterizována tak, že je nutné využívat nejen teoretické, ale i empirické metody výzkumu, které se navzájem doplňují a spolu vytváří komplexní poznání. Jedním z cílů v RVP G je používání adekvátních matematických a grafických prostředků k vyjadřování přírodovědných vztahů a zákonů. Z toho vyplývá, že žáci potřebují k řešení chemických výpočtů opravdu komplexnější balíček dovedností.

#### 1.2.1.1 RVP ZV

Chemie a konkrétně chemické výpočty prostupují velkou část vzdělávacího obsahu Chemie v RVP ZV. V tematickém celku Pozorování, pokus a bezpečnost práce jsou v učivu zařazeny hustota a rozpustnost látek. V celku Směsi je očekávaným výstupem „*CH-9-2-02 – vypočítá složení roztoků, připraví prakticky roztok daného složení*“ a v učivu jsou zařazeny hmotnostní zlomek a koncentrace roztoku. Část Chemické reakce obsahuje očekávaný výstup „*CH-9-4-02 – přečte chemické rovnice a s užitím zákona zachování hmotnosti vypočítá hmotnost výchozí látky nebo produktu*“ a učivo této části obsahuje chemické rovnice, látkové množství a molární hmotnost (tento očekávaný výstup se při revizi RVP ZV v roce 2021 změnil na „*aplikuje poznatky o faktorech ovlivňující průběh chemických reakcí v praxi a při předcházení jejich nebezpečnému průběhu*“ a obsah učiva zůstal stejný.

Očekávané výstupy a učivo, které žáci potřebují k řešení chemických výpočtů, se nevyskytuje pouze u oboru Chemie. Potřebné znalosti získávají také v matematice, která se nachází v RVP ZV. V nestandardních aplikačních úlohách nalezneme „*M-9-4-01 užívá logickou úvahu a kombinační úsudek při řešení úloh a problémů (samostatně řeší praktické úlohy)*“. Ve vzdělávací oblasti Matematika a její aplikace se konkrétní potřebné dovednosti k řešení chemických výpočtů se v RVP ZV nachází v části Závislosti, vztahy a práce s daty s očekávaným výstupem „*M-9-2-03 určuje vztah přímé anebo nepřímé úměrnosti*“ a učivem přímá a nepřímá úměrnost.

### 1.2.1.2 RVP G

Chemické výpočty jsou v oboru Chemie v RVP G zařazeny především do Obecné chemie. Očekávaným výstupem je „*žák provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů*“. Učivo této části obsahuje soustavy látek a jejich složení, veličiny a výpočty v chemii a tepelné změny při chemických reakcích. Kromě Obecné chemie můžeme chemické výpočty v RVP G nalézt i v Anorganické chemii a v Organické chemii. Konkrétně se vykytují v těchto očekávaných výstupech: „*využívá znalosti základů kvalitativní a kvantitativní analýzy k pochopení jejich praktického významu v anorganické chemii*“ a „*využívá znalosti základů kvalitativní a kvantitativní analýzy k pochopení jejich praktického významu v organické chemii*“.

Potřebné znalosti získávají také v matematice, která se nachází v RVP G ve vzdělávací oblasti Matematika a její aplikace. V RVP G je nalezneme ve vzdělávacím obsahu Číslo a proměnná s očekávaným výstupem: „*analyzuje a řeší problémy, v nichž aplikuje řešení lineární a kvadratických rovnic a jejich soustav*“. Do učiva spadají lineární rovnice, kvadratické rovnice a výrazy s proměnnými. Další znalosti potřebné k řešení chemických výpočtů se vyskytují ve vzdělávací oblasti Závislosti a funkční vztahy s očekávaným výstupem: „*aplikuje vztahy mezi hodnotami exponenciálních, logaritmických a goniometrických funkcí a vztahy mezi těmito funkcemi*“. Pro chemické výpočty důležité znát především exponenciální a logaritmické funkce.

### 1.2.1.3 RVP SOV

Je třeba se zaměřit i na RVP SOV, jelikož i tito studenti přicházejí na vysokou školu a také jsou dokonce součástí výzkumného vzorku například této práce. Zaměřím se pouze na chemicky zaměřené RVP SOV. Náhodně vybraná skupina oborů byly kategorie H a M. V rámci chemického vzdělávání jsou zde nabízeny dvě varianty pro obory buď s vyššími (varianta A), nebo s nižšími nároky (varianta B). Jedním z vybraných RVP SOV je RVP pro obor vzdělání 78-42-M/05 Přírodovědné lyceum. Jsou zde vždy popsány výsledky vzdělávání a učivo. Ve variantě A se s chemickými výpočty setkáváme v Obecné chemii ve výsledcích vzdělávání v přesném znění: „*zapiše chemickou reakci chemickou rovnicí a vyčíslí ji; provádí jednoduché chemické výpočty při řešení praktických chemických problémů*“. Konkrétní učivo je látkové

množství, chemické rovnice, jednoduché výpočty v chemii – z chemických vzorců, chemických rovnic a složení roztoků. Ve variantě B jsou výsledky vzdělání týkající se chemických výpočtů popsány stejně, jen učivo je popsáno obecně „výpočty v chemii“.

Dalším analyzovaným RVP SOV je RVP pro obor vzdělávání 28-44-M/01 Aplikovaná chemie. Ve variantě A se nacházejí výsledky vzdělávání související s chemickými výpočty: „*zapiše chemickou reakci chemickou rovnicí a vyčíslí ji; provádí jednoduché chemické výpočty při řešení praktických chemických problémů*“. Učivo konkrétně obsahuje: látkové množství, chemické reakce, chemické rovnice, základní typy chemických reakcí, jednoduché výpočty v chemii – z chemických vzorců, chemických rovnic a složení roztoků. Ve variantě B je to popsáno obdobně, až na učivo, které je popsáno pouze obecně jako výpočty v chemii.

V RVP SOV pro obor vzdělávání 28-52-H/01 Chemik zní výsledky vzdělávání týkající se chemických výpočtů následovně: „*vysvětlí podstatu chemických reakcí a zapiše jednoduchou chemickou reakci chemickou rovnicí; provádí jednoduché chemické výpočty, které lze využít v odborné praxi*“. Učivo je uvedeno pouze jako výpočty v chemii.

Kurikulum je poměrně vágní a množství a rozsah výpočtů je tak v rukou učitele, dost často tak v intencích „to budou potřebovat na střední“, „to mají umět k maturitě“, „to budou potřebovat k přijímačkám“. Učivo je tak sekundárně ovlivněno učitelovými předpoklady potřeb na dalším stupni, což lze stěží považovat za cíle (chemického) vzdělávání. V této oblasti se tak jeví potřeba bližší specifikace jako kruciální.

### 1.2.2 ŠVP

Tato kapitola se zabývá rešerší vybraných školních vzdělávacích programů, konkrétně tím, jak se pravděpodobně ve školách vyučují chemické výpočty. Nejdříve jsem se zaměřila na školní vzdělávací programy základních škol, které jsem vybrala náhodně. Školní vzdělávací programy středních škol a gymnázií jsem vybírala ze seznamu škol, které navštěvovali studenti, kteří jsou součástí výzkumu této diplomové práce.

### 1.2.2.1 ŠVP základních škol

Prvním zkoumaným ŠVP je Školní vzdělávací program pro základní školy ZŠ Jeseniova v Praze (2013). Očekávané výstupy se zde nazývají jako konkretizované. Zaměřím se tedy pouze na výstupy, které souvisejí s chemickými výpočty. První výstupy, související s chemickými výpočty, nalezneme v 8. ročníku v tomto znění: „rozliší různorodé a stejnorodé směsi“, „aplikuje poznatky o vlivu teploty, míchání a plošném obsahu povrchu rozpuštěné látky na rychlost a míru rozpuštění (na příkladech z běžné životní praxe)“ a „vypočítá hmotnostní zlomek rozpuštěné látky a připraví roztok o požadovaném složení“. Dalšími výstupy v osmém ročníku jsou: „uveďte zákon zachování hmotnosti pro chem. reakce a využijte ho při řešení úloh“, „zapište chem. rovnicemi jednoduché chem. reakce“ a „odhadne výsledky a vypočítá úlohy s užitím veličin  $n$ ,  $m$ ,  $M$ ,  $V$ ,  $\rho$  a chemických rovnic“.

Zaměřila jsem se také na matematiku, především na to, zda žáci už do osmého ročníku přijdou do předmětu chemie vybaveni dovednostmi potřebnými k výpočtům z chemie. V tomto ŠVP žáci proberou trojčlenku, práci se zlomky již před vstupem do osmé třídy, tudíž by potřebné operace k chemickým výpočtům měli teoreticky umět či alespoň znát.

Dalším druhým zkoumaným ŠVP je Školní vzdělávací program Základní školy v Brně v Pavlovské ulici (2013). V tomto ŠVP mají vždy tematickou oblast, učivo a školní výstupy. Prvně se setkáváme s chemickými výpočty v 8. ročníku v tematické oblasti Směsi. Konkrétní učivo je: hmotnostní zlomek a koncentrace roztoku. Školní výstup zní: „dokáže vypočítat hmotnostní zlomek a koncentraci roztoku“. Dále v 9. ročníku nalézáme tematickou oblast chemické reakce s konkrétním učivem Chemické reakce a školním výstupem: „dokáže vypočítat látkové množství, molární hmotnost, zvládne jednoduché výpočty z rovnice“. V matematice jsou všechny potřebné znalosti a operace probrané před zahájením chemických výpočtů v chemii.

Nyní se zaměříme na třetí Školní vzdělávací program „Krok za krokem“ základní školy U Říčanského lesa (2010). Nalezneme tu vždy dílčí výstupy a konkrétní učivo. S chemickými výpočty se setkávají prvně klasicky v 8. ročníku v dílčím výstupu: „vypočítá složení roztoků, připraví prakticky roztok daného složení“. Dále se chemické výpočty objevují až v 9. ročníku v dílčích výstupech: „vhodně použije pojem látkové množství“ (učivo Chemikova hlavní veličina), „uveďte a vysvětlí zákon zachování hmotnosti, použije ho při řešení úloh“ (učivo Bez

počtů se neobejdeme), „*vypočítá molární hmotnost sloučeniny*“ a „*vypočítá hmotnost výchozí látky nebo produktu*“ (učivo Základní chemické výpočty).

V matematice se opět potřebné operace probírají před zahájením chemických výpočtů.

Posledním a čtvrtým zkoumaným ŠVP je Školní vzdělávací program Lauderovy základní školy v Praze (2016). ŠVP se zde skládá z očekávaných výstupů, ročníkových výstupů a učiva. V 8. ročníku se chemické výpočty vyskytují v očekávaném výstupu: „*vypočítá složení roztoků, připraví prakticky roztok daného složení*“ a ročníkovém výstupu: „*vypočte hmotnostní zlomek složky v roztoku*“ (učivo – hmotnostní zlomek). Dále je pak uvedeno v ročníkovém výstupu: „*umí výpočet relativní atomové a molekulové hmotnosti, látkového množství*“, v očekávaném výstupu: „*přečte chemické rovnice a s užitím zákona zachování hmotnosti vypočítá hmotnost výchozí látky nebo produktu*“ (ročníkový výstup „*aplikuje zákon zachování hmotnosti (vyčísluje jednoduché rovnice), aplikuje veličinu látkové množství a jednotku mol při čtení chemických rovnic, vypočte molární hmotnost sloučeniny*“).

V matematice se většina potřebných operací k chemickým výpočtům objevuje již před nimi, až na řešení lineárních rovnic, které se vyskytuje až v 8. ročníku, což může vést k problému, že žáci k tématu ještě nedošli a v chemii bude třeba, aby už rovnice o jedné neznámé ovládali.

Ve všech vybraných ŠVP základních škol se objevují témata odpovídající RVP ZV. ŠVP základních škol jsou oproti RVP ZV svým obsahem širší a více nám utvářejí představu o tom, kam máme ve výuce tématu směřovat. Školní vzdělávací programy základních škol obsahují chemické výpočty týkající se výpočtu hmotnostního zlomku, koncentrace roztoků, látkové koncentrace, látkové množství či molární hmotnosti. Většinou výuka tohoto tématu začíná hmotnostním zlomkem v 8. ročníku a s látkovou koncentrací a výpočty z chemických rovnic se pokračuje později či až v ročníku devátém. V ŠVP ZŠ Jeseniova a ZŠ Lauderovy školy se chemické výpočty vyskytují pouze v osmém ročníku. Zde si opět můžeme položit otázku, zda je lepší si toto náročné učivo spíše rozdělit do dvou ročníků ve větším časovém rozmezí nebo chemické výpočty probrat všechny v kuse za sebou. Jak vidíme, chemické výpočty mají svou celkem obsáhlou část v ŠVP základních škol, otázkou ale je, jakým stylem se to v těch školách poté doopravdy učí, to totiž z ŠVP, které je spíše obecné a málo konkrétní, vyčíst nejde.

### 1.2.2.2 ŠVP středních škol

Tato část se zabývá, jakým stylem se pravděpodobně vyučují chemické výpočty na středních školách.

### 1.2.2.3 ŠVP Gymnázíí

Prvním zkoumaným ŠVP je Školní vzdělávací program pro vyšší Gymnázium Jiřího z Poděbrad (2017). ŠVP se skládá z očekávaných školních výstupů, učiva a návrhu realizace. U vzdělávacího oboru chemie je napsáno, že je chemie vyučována s časovou dotací 3-3-2-0 a že jsou témata z chemie možné prohloubit později v Seminári z chemie, který se vyučuje v posledním ročníku s hodinovou dotací čtyři hodiny týdně. S chemickými výpočty se setkáváme v prvním ročníku v Obecné chemii v očekávaném školním výstupu: „*provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problému*“ (učivo chemické výpočty). Dále se výpočty již v žádné části nenachází a nalezneme je už pouze až v posledním ročníku a to v Seminári z chemie. Opět se probírají v Obecné chemii s očekávanými školními výstupy: „*Zapiše symboly fyzikálních veličin a jejich jednotky, vysvětlí pojem látkové množství, definuje jednotku mol, užívá definiční rovnice pro veličiny: molární hmotnost a molární objem, hmotnostní a objemový zlomek a molární koncentrace*“, „*Vyhledá hodnoty základních chemických veličin v chemických tabulkách.*“ a „*Řeší příklady s použitím definičních a odvozených vztahů veličin nebo úměry*“ (učivo Důležité veličiny a základní výpočty v chemii). Další očekávaný školní výstup související s chemickými výpočty se nachází v učivu Chemické rovnováhy a zní: „*vypočítá pH roztoků silných kyselin a zásad za známé koncentrace iontů  $H_3O^+$  a  $OH^-$  v jejich roztocích a naopak*“.

V matematice se všechny potřebné operace pro chemické výpočty nachází také již v prvním ročníku. Jen logaritmické funkce se nachází později během prvního ročníku než chemické výpočty, což ale možná nemusí být problém, jelikož přímo v tomto ŠVP není napsáno, že by se vůbec v prvním ročníku zabývali výpočty týkající se pH, kde právě se logaritmické funkce využívají.

Ze Školního vzdělávacího programu pro vyšší gymnázium Jiřího z Poděbrad (2017) můžeme po zkoumání odhadnout, že v předmětu Chemie se projedou spíše jednoduché základní výpočty a je věnováno kratší časové období v prvním ročníku a pak už ti, co si nevyberou ve čtvrtém

ročníku Seminář z chemie, tak se s výpočty nesetkají. Zde si říkám, že je to celkem smysluplné rozdělení. Ti co budou chtít jít na vysokou školu chemického zaměření tak si pravděpodobně chemický seminář vyberou a doučí se tam všechny potřebné chemické výpočty a ti co ne, tak jim ten základ z prvního ročníku bohatě stačí.

Druhým analyzovaným ŠVP byl Školní vzdělávací program pro osmileté gymnázium „LE-CHAJIM MASKILIM“ (2015). Chemie je zde s časovou dotací 2-2-2-0 a posledním ročníku si ji mohou zvolit v rámci Chemické semináře s dvouhodinovou dotací týdně. ŠVP obsahuje očekávané výstupy, školní výstupy a učivo. Prvně se chemické výpočty vyskytují v prvním ročníku v očekávaném výstupu: „*provádí chemické výpočty a uplatňuje při řešení praktických problémů*“ a školním výstupem: „*uplatňuje chemické výpočty při řešení praktických problémů*“ (učivo Veličiny a výpočty v chemii – látkové množství, molární hmotnost, hmotnostní zlomek, molární objem). Vyskytují se také v očekávaném výstupu: „*provádí chemické výpočty a uplatňuje při řešení praktických problémů*“ učivo chemické rovnice a výpočet stechiometrických koeficientů. V jiných ročnících se dle ŠVP už s chemickými výpočty studenti nesetkají. Ve čtvrtém ročníku mají chemický seminář, kde ale není vypsáno konkrétní učivo, ale pouze jeden očekávaný výstup: „*Prohloubení a doplnění OVO a učiva z primy – septimy (+ opakování učiva, příprava na přijímací zkoušky na VŠ přírodovědného zaměření)*“. Co se týče matematiky tak se všechny potřebné operace k výpočtům z chemie probírají v prvním ročníku, ale samozřejmě nevíme v jaké části roku přesně, tak se i tak může stát, že něco ještě v době probírání chemických výpočtů nemusí umět.

Dle toho co vyčteme z ŠVP pro osmileté gymnázium „LE-CHAJIM MASKILIM“ (2015) to vypadá, že se zde probírá většina chemických výpočtů, až na výpočty s pH. Je možné, že se tento typ příkladů probírá v semináři z chemie, ale jelikož jeho výukový obsah byl velmi stručně popsán, tak to nelze posoudit. Opět tedy vidíme, že se chemické výpočty vyskytují pouze v prvním ročníku a pak se s nimi nejspíše setkají pouze studenti, kteří se přihlásí na chemii v posledním ročníku dobrovolně.

Třetím zkoumaným ŠVP je Školní vzdělávací program Gymnázia Lovosice (podle RVP G). Dotace hodin chemie je zde následující v prvním ročníku 2 hodiny, druhém 2 hodiny (+ 0,5h) a ve třetím 1+(1). Čísla v závorkách představují hodiny navíc ve formě laborek). Seminář z chemie jako volitelný předmět se vyučuje ve třetím a čtvrtém ročníku s dvouhodinovou dotací

týdně. Jsou zde dílčí výstupy a učivo a dokonce je zde i vypsána časové rozvržení, jaký konkrétní měsíc se dané učivo probírá. První souvislost s výpočty se nachází prvním ročníku, konkrétně září/říjen. V dílčích výstupech „*umí vyhledat molární hmotnost prvku a spočítat molární hmotnost sloučenin*“, „*chápe jednotku látkového množství*“, „*používá veličinu molární koncentrace a hmotnostní procento k určení koncentrace roztoků, umí připravit roztoky o dané molární koncentraci a hmotnostním procentu*“ a „*teoreticky počítá ředění roztoků pomocí směšovací rovnice*“ (učivo hmotnostní zlomek, molární hmotnost, látkové množství, látková koncentrace, směšovací rovnice). V lednových dílčích výstupech nalezneme: „*správně zapíše chemickou reakci chemickou rovnicí a správně zapíše stechiometrické koeficienty*“ a „*používá stechiometrické výpočty*“ (učivo výpočty z chemických rovnic). Dále se již chemické výpočty objevují až v Seminári z chemie. Související dílčí výstup zní: „*klasifikuje roztoky podle hodnot pH a vypočítá pH roztoku*“ s učivem disociační konstanta, autoprotolýza vody, odvození a výpočty pH.

V matematice se potřebné operace k chemickým výpočtům probírají též v prvním ročníku, ale jde vidět, že jsou o pár měsíců opoždění, což pak může výuku chemických výpočtů zbrzdovat. Toto ŠVP mi přijde velmi dobře propracované a je oproti ostatním více konkrétní. Udává nám po přečtení větší představu toho, jaké výpočty a v jakém období se probírají.

Čtvrtým a tedy posledním ŠVP je Školní vzdělávací program "Klíč ke vzdělání" (2008), který je platný pro Gymnázium Nad Štolou na Praze 7. Chemie je zde vyučována v od prvního do třetího ročníku s hodinovou dotací 2-2-2-0. V posledním dvou ročnících si ji ještě můžou prohlubovat ve volitelných seminářích (Anorganická a fyzikální chemie, Organická chemie a biochemie, Aplikovaná chemie a laboratorní technika, Ekologický seminář), v rozsahu dvě hodiny týdně. V tomto ŠVP je vždy popsáno učivo předmětu a očekávané kompetence žáka. S chemickými výpočty se setkávají v prvním ročníku. Očekávané kompetence žáka konkrétně zní: „*provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů*“ (učivo: látkové množství, výpočty z chemických vzorců, výpočty z chemických rovnic). Další očekávaná kompetence, související s chemickými výpočty, zní: „*provádí výpočty koncentrace jednotlivých složek roztoků a uplatňuje je při řešení praktických problémů*“ s konkrétním učivem: vyjadřování složení roztoků. V jiných ročnících se výpočty již nevyskytují. Žáci se s nimi mohou setkat pouze v případě, když si zvolí volitelný seminář s názvem Anorganická

a fyzikální chemie, kde se vyskytují tyto očekávané kompetence žáků: „*aplikuje znalosti definic veličin a jejich matematických vztahů na výpočet příkladů z praxe, chemické laboratoře (tj. vlastního experimentu) či simulace experimentu počítačovým programem*“ či „*aplikuje získané poznatky na výpočet disociačních konstant kyselin a zásad a na výpočet pH*“. Matematické operace by podle zkoumání tohoto ŠVP už měli mít před zahájením chemických výpočtů probrané.

Poslední zkoumané ŠVP mělo opět výpočty pouze v prvním ročníku a pak se s nimi žáci mají možnost setkat pouze v případě, kdy si zvolí výše zmiňovaný seminář. S výpočty, které se týkají výpočtů pH se setkají pouze ti studenti, kteří se budou hlásit na seminář.

Ve všech zmíněných ŠVP se chemické výpočty většinou vyskytují pouze v prvním ročníku a pak posledních kdy jsou to už volitelné semináře. Určitě to dává jakýsi smysl, že se všem studentům jeden rok představí a pak už si je prohlubují jen zájemci o chemii.

#### **1.2.2.4 ŠVP SOV**

V ŠVP Střední průmyslové školy chemické v Brně pro obor Přírodovědné lyceum nalezneme předmět Chemie ve vzdělávací oblasti nesoucí název: Přírodovědné vzdělávání a Odborné vzdělávání. Ve vzdělávací oblasti Přírodovědné vzdělávání se chemie dělí na dva předměty. Jedním z nich je Praktické cvičení z chemie s hodinovou dotací 2-2-0-0 a Seminář z chemie s hodinovou dotací 0-0-0-2. Ve vzdělávací oblasti Odborné vzdělávání se vyskytuje předmět Chemie s hodinovou dotací 4-3-2-0. V předmětu Praktické cvičení z chemie zní výstupy související s chemickými výpočty v prvním ročníku následovně: „*provádí výpočty a závěry laboratorních úloh*“, učivo zde konkretizováno není. V Semináři z chemie, který je volitelný ve čtvrtém ročníku, zní výstupy týkající se chemických výpočtů takto: „*uplatňuje zákony při výpočtech; napíše a vysvětlí vztahy pro výpočet základních chemických veličin a odvodí jednotky; řeší příklady pro výpočet koncentrace roztoku; řeší výpočty chemických rovnováh*“. Obsah učiva vypadá následovně: Avogadrův zákon, látkové množství, relativní atomová (molekulová) hmotnost, molární hmotnost, molární objem, různé způsoby vyjadřování složení (hmotnostní zlomek, hmotnostní koncentrace, objemový zlomek, molární zlomek, látková koncentrace, změny složení – směšovací rovnice), výpočty pH. V předmětu Chemie se s chemickými výpočty setkají žáci v prvním ročníku. Konkrétní znění školních výstupů:

*„využívá Avogadrův zákon pro výpočty; napíše a vysvětlí vztahy pro výpočet základních chemických veličin; odvodí jednotky; objasní rozdíl mezi relativní molekulovou (atomovou) hmotností a molární (atomovou) hmotností; řeší příklady pro výpočet koncentrace roztoku; provádí jednoduché termochemické výpočty na základě znalosti termochemických zákonů“.*

Učivo obsahuje konkrétně: atomovou hmotnostní jednotku, relativní atomovou hmotnost, molární hmotnost, látkové množství, hmotnostní zlomek a výpočtové příklady.

Tento školní vzdělávací program byl oproti všem velmi podrobně popsán, dokonce vždy i u očekávaných výstupů a učiva bylo napsáno, kolik hodin mu bude věnováno. Vyskytují se zde i všechny možné typy chemických výpočtů.

Další analyzované ŠVP patří Masarykově střední škole chemické pro obor Aplikovaná chemie. V tomto ŠVP je spousta různých předmětů týkající se chemie celkově, zaměřuji se zde pouze na povinné předměty týkající se chemie a konkrétně chemických výpočtů. Předmět Obecná a anorganická chemie s hodinovou dotací 4-0-0-0 obsahuje tyto výsledky vzdělávání: *„vypočítá stechiometrický vzorec sloučeniny; vypočítá složení roztoků, potřebná množství složek; vypočítá množství vstupujících a vystupujících látek pro danou reakci; zapíše chemickou rovnici a vyčíslí ji; provádí jednoduché chemické výpočty při řešení praktických problémů“* s konkrétním učivem: látkové množství, molární hmotnost prvku a sloučeniny, atomová hmotnostní jednotka, relativní hmotnost atomů a molekul, hmotnostní zlomek. V předmětu Chemická laboratorní cvičení s hodinou dotací 3-2-0-2 se v druhém ročníku nachází pouze tento vzdělávací výstup: *„vypočítá množství a koncentrace výchozích látek“* bez konkrétního učiva. Ve čtvrtém ročníku nalezneme vzdělávací výstup: *„analyzuje vzorek podle návodu a provede příslušné výpočty“* a opět bez konkrétního učiva.

Toto ŠVP je opět velmi obsírně popsán a vyskytují se v něm všechny očekávané výstupy a i učivo potřebné dle RVP SOV k chemickým výpočtům.

Po celkovém analyzování pár vybraných ŠVP středních odborných škol a gymnázií se jeví, že jsou mnohem více rozpracované než RVP G a RVP G a je z nich více jasné, co se tedy v praxi má učit. Zkoumané ŠVP středních odborných škol chemického zaměření měli ještě mnohem lépe a do hloubky popsány očekávané výstupy s konkrétním učivem, než ŠVP gymnázií. Vyučování chemických výpočtů a celkově i chemie je na školách různé. Velmi obecným vymezením očekávaného výstupu i učiva vzniká prostor pro různé uchopení učiteli. Je pak

velmi složité srovnávat, na jaké úrovni si žáci odcházející u jednotlivých škol osvojili chemii (Rusek, 2014).

### 1.2.3 Pozice výpočtů v maturitní zkoušce

Cílem každé maturitní zkoušky, tedy i té z chemie, je ověřování, jestli vůbec a do jaké míry si žáci v konkrétních předmětech osvojili základy jednotlivých oblastí, plus jejich propojení s praxí (Čtrnáctová & Vasilešková, 2011). Cermat (2008) zveřejnil, jak by měla vypadat státní maturita z chemie a jaké dovednosti a znalosti by žáci měli mít. Chemické výpočty se zde vyskytují v tematickém okruhu Obecná chemie, konkrétně Důležité veličiny a základní výpočty v chemii. Očekávané výstupy zní: „žák dovede zapsat symboly fyzikálních veličin a jejich jednotky, vysvětlit pojem látkového množství, definovat jednotku mol, užívat definiční rovnice pro veličiny: molární hmotnost a molární objem, hmotnostní a objemový zlomek a molární koncentrace“, „žák dovede vyhledat hodnoty základních chemických veličin v chemických tabulkách, jejich hodnoty odečíst z grafu nebo schématu“ a „žák dovede řešit jednoduché příklady s použitím definičních a odvozených vztahů veličin nebo úměry“. Opět zde jsou očekávané výstupy velmi obecně popsány. Podle očekávaných výstupů Cermatu (2008) se ve státní maturitní zkoušce po žácích nepožaduje ovládat výpočty z chemické rovnice či výpočty z pH. Obsah státní maturity z chemie vytvořený dle Cermatem (2008) by mohla sloužit jako zdroj a návrh pro školy a jejich školní maturitu z chemie. I přesto, že Cermat vydal předlohu, jak na vytváření maturity z chemie, se školní maturity z chemie na jednotlivých školách liší.

Nahodilým hledáním na stránkách středních škol, z části jejichž ŠVP byla analyzována, zčásti škol jiných byl zjištěn lišící se přístup k tématu. Gymnázium Lovosice má na svých stránkách zveřejněny okruhy k ústní maturitě z chemie pro rok 2021/2022. Jedním z okruhů jsou právě chemické výpočty, ale nejsou již více specifikovány. Gymnázium Jiřího z Poděbrad neuvádí téma chemické výpočty mezi maturitními okruhy. Gymnázium Jana Keplera rovněž chemické výpočty v maturitních okruzích neobsahuje. Témata jsou vypsaná pouze obecně a ne s konkrétním obsahem, tudíž nemůžeme říci, zda nějaký z okruhů v sobě výpočet neobsahuje.

V maturitních okruzích Gymnázia Boženy Němcové (Hradec Králové). Taktéž se chemické výpočty nevyskytují. Naopak Gymnázium a jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky

Zlín jako obsah didaktického testu obsahuje chemické výpočty: „*Jedná se především o chemické výpočty zahrnující tematiku látkového množství, molární hmotnosti, molárního objemu, složení a úprava koncentrací roztoků, výpočty pH roztoků, výpočet z chemické rovnice.*“.

Na platformě Facebook byla ve skupině nesoucí název *Učitelé přírodovědných předmětů* položena otázka, jak je na tom maturita z chemie u nich na středních školách a gymnáziích, zda obsahuje chemické výpočty a jakým způsobem jsou v ní zakomponovány. Na tuto otázku odpovědělo 12 respondentů. Z této miniankety vzešlo, že se chemické výpočty u maturit vyskytují. Ve většině maturit dle této ankety je vždy alespoň jeden výpočet v každé maturitní otázce. V menší míře je to rozvrhnuto tak, že se na výpočty mají jednu celou samostatnou otázku.

Můžeme vidět rozdílnost maturit z chemie na jednotlivých školách. Liší se v podobě, zda je ústní či písemná, ale také v obsahu. Některé školy chemické výpočty v maturitě vůbec nemají.

### **1.3 Metody pedagogického výzkumu**

Tato kapitola se zaměřuje na teoretické představení metod pedagogického výzkumu, které byly použity pro dosažení cílů této diplomové práce. Pojem výzkumná metoda je jakýsi název pro proceduru, se kterou se pracuje během výzkumu. Do výzkumných metod můžeme například zařadit škálování, rozhovory, dotazníky či pozorování. Výzkum si často žádá využít více než jednu výzkumnou metodu (Gavora, 2000).

#### **1.3.1 Rozhovory**

Gavora (2000) používá pro rozhovor spíše pojem interview. Význam tohoto slova je podle něj širší a ne každý rozhovor je interview. Dle jiných autorů například Pelikána (1998) jsou si tyto pojmy rovnocenné. Během této metody dochází k přímému kontaktu výzkumníka se zkoumanou osobou. Je to naplánovaná činnost, kdy výzkumník klade otázky a zapisuje se odpovědi (Chrásková, 2007). Máme několik typů rozhovorů. Jedním z nich je strukturovaný, kde jsou otázky a alternativy odpovědí pevně dány. Takové rozhovory vlastně představují ústní dotazník a jsou časově méně náročné. Dalším typem je nestrukturovaný rozhovor, který nám umožňuje úplnou volnost odpovědí. Jeho nevýhoda může spočívat v tom, že je potřeba, aby byl

výzkumník opravdu již v tomto zkušený a pohotový a byl schopen adekvátně reagovat na nové a nepředpokládané situace a také je jeho vyhodnocení mnohem náročnější (Gavora, 2000). Posledním typem je polostrukturovaný rozhovor, který byl použit i pro výzkumné účely této diplomové práce. Polostrukturovaný rozhovor je rozhovor podle návodu. Je vždy připraven soubor otázek, kterými se bude tazatel řídit, ale nemusí být striktně dodrženo jejich pořadí (Reichel, 2009). Respondentovi se nabídnou alternativy odpovědí a poté se žádá jejich vysvětlení a objasnění (Gay, 1980). Tento typ rozhovoru se může podle situace podobat jak strukturovanému, tak nestrukturovanému rozhovoru. Po dokončení všech rozhovorů je třeba uskutečnit prvotní kategorizace dat. Je třeba zařadit odpovědi do širokých kategorií. Většinou se to dělá tak, že si výzkumník čte odpovědi a přiřazuje jim kódy. Každý z kódů znamená jeden typ odpovědi. V další etapě se dělí tyto kategorie do menších celků. (Gavora, 2000). V této práci bylo využito konkrétně otevřené kódování, které je založené na postupném procházení textu výzkumníkem, kdy přiřazuje tzv. kódy podle témat a oblastí, které se v rozhovorech nachází. Tímto postupem se obecně třídí a zobecňují získané informace (Hendl, 2005).

## 2 Cíle

Cíle této diplomové práce jsou vyjádřeny hlavními výzkumnými otázkami:

- 1) S jakou vybaveností týkajících se chemických výpočtu přichází studenti na Pedagogickou fakultu Univerzity Karlovy?
- 2) Jaký vliv na úspěšnost studentů v chemických výpočtech má druh zadání úloh?
- 3) Jak se mění úspěšnost studentů ve výpočtech po absolvování kurzu *Chemické výpočty* na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy?

Počátečním bodem výzkumu v této diplomové práci bylo prověřit úroveň studentů přicházejících na Pedagogickou fakultu Univerzity Karlovy v jejich schopnosti řešit chemické výpočty. V souvislosti s tím bylo cílem i zaměřit se na zjištění, které typy výpočtů ovládají či naopak ne. Doplňkovými informacemi bylo, jaké postoje mají k tomuto tématu učiva chemie.

Vzhledem ke studiím k tomuto tématu bylo předpokladem, že postoje nebudou příliš kladné. Zároveň bylo předpokládáno, že studenti mající maturitu z chemie, tedy studenti, kteří si chemii vybrali jako obor svého vysokoškolského studia, chemické výpočty budou ovládat.

Zda úspěšnost v řešení chemických výpočtů ovlivňuje způsob zadání (slovně či pomocí vzorců) vychází z teoretických východisek zaměřených na vyšší požadavky na čtenářskou gramotnost. Důležitým faktorem je i jistota žáků se správností vlastního řešení. V neposlední řadě byly zjišťovány další příčiny, které vedou k (ne)úspěšnosti studentů řešit chemické výpočty.

Dalším z cílů bylo zjistit, jaký efekt bude mít na studenty kurz *Chemické výpočty*. Změní se jejich jistota v řešení výpočtů? Změní se také jejich postoj a obliba tohoto tematického celku? Především mě zajímalo, zda se jejich schopnost a úspěšnost řešit chemické výpočty díky kurzu posune o něco výš, nebo také zda si budou v tématu chemické výpočty jistější. Předpokladem bylo samozřejmě zlepšení jako důkaz produktu kurzu.

## 3 Metody

### 3.1 Výzkumný vzorek

Výzkumný vzorek tvořili studenti prvního ročníku nastupující v akademickém roce 2020/2021 na Pedagogickou fakultu Univerzitu Karlovy na Katedru chemie a didaktiky chemie. V pretestu bylo zkoumáno 33 studentů. Z toho bylo 23 dívek a 10 chlapců. 11 studentů přišlo z gymnázia, 5 studentů přišlo ze střední odborné školy s chemickým zaměřením a 7 přešlo z jiné vysoké školy (jednalo se buď o Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy či VŠCHT). Zbylí studenti tuto informaci neuvedli.

### 3.2 Výzkumný design

#### 3.2.1 Pretest, posttest

První test neboli pretest byl studentům zadán na začátku semestru z důvodu zjištění, jak na tom jsou s chemickými výpočty po střední škole, aniž by absolvovali výuku chemických výpočtů na vysoké škole. Pretest vyplnilo 33 studentů. Posttest byl studentům zadán po absolvování kurzu *Chemické výpočty*. Test řešilo 24 studentů.

Úlohy byly vybírány panelem 6 odborníků na výuku chemie a před použitím byly pilotovány na dostupném vzorku studentů učitelství chemie. Pretest (neboli vstupní test) byl vytvořen za účelem prověření schopnosti studentů řešit chemické výpočty nastupujících ze středních škol na Katedru chemie a didaktiky chemie Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy. Test obsahoval deset úloh. Jednotlivé úlohy se zabývaly výpočtem hmotnostního zlomku, výpočty z chemických rovnic, látkové koncentrace a výpočty pH. Vždy dvě úlohy byly sesterské, což znamená, že se týkaly stejného typu příkladu s odlišným typem zadání – jedno bylo zadané slovně, druhé matematicky pomocí vzorů. Zadání úlohy na hmotnostní zlomek pomocí vzorců znělo: „Vypočítejte  $w(\text{NaCl})$  v roztoku, víte-li že  $m(\text{NaCl}) = 111\text{ g}$  a  $m(\text{H}_2\text{O}) = 800\text{ g}$ “. Sesterská úloha byla na stejný princip, jen zadaná slovně: „Materiál pro výrobu zvonu byl připraven roztavením 780 kg mědi a 220 kg cínu. Vypočítejte hmotnostní zlomek cínu v této slitině“. Součástí testu byly také doplňující otázky pro tento výzkum. Studenti měli vyplnit na škále od 1–5 (1 – nejmenší jistota, 5 – největší jistota), jak moc si jsou řešením jisti. Z jistot pak byl vytvořen medián, který nám měl vytvořit představu o tom, jak si jsou studenti

jednotlivými výpočty s chemickou tematikou jisti. Další otázka se týkala na to, zda zadaný příklad znají ze střední školy, kde jen odpovídali, jestli ano nebo ne. Tyto otázky byly položeny proto, abychom měli průzkum toho, jestli se tyto typy výpočtů řeší na středních školách, a pokud ano, tak jak moc si jsou studenti s touto tematikou jisti.

Posttest neboli výstupní test byl studentům zadán za účelem zjištění, jak se posunula jejich schopnost řešit chemické výpočty po absolvování kurzu *Chemické výpočty*. Test byl v podstatě složen ze stejných typů úloh jako v pretestu, kde byly zadány jen jiné hodnoty. Test byl složen z deseti úloh, které opět tvořily pět párů sesterských úloh. Opět součástí testu byla otázka týkající se jistoty řešení. Odpovědi nám opět mohly pomoci k tomu, abychom zjistili nejen podle správnosti řešení výpočtů testu, jak se změnila jejich schopnost řešení, ale také jejich jistota po dokončení kurzu *Chemické výpočty*.

### **3.2.2 Rozhovory**

Součástí tohoto výzkumu byl i kvalitativní polostrukturovaný rozhovor vedený s cílem zjistit bližší informace jak k samotnému řešení výpočtů studenty, tak k jejich hodnocení kurzu. Rozhovory byly vedeny s 12 studenty vybranými na základě jejich výsledků v testech. Rozhovory byly se studenty vedeny těsně po absolvování kurzu *Chemické výpočty* na konci semestru autorkou této práce. Rozhovory byly provedeny během 14 dnů po skončení kurzu, jelikož bylo třeba, aby studenti za sebou měli kurz a byli schopni reflektovat svoje zkušenosti před a po kurzu, a aby i zazněla zpětná vazba na kurz, zároveň aby jejich paměť reflektovala kurz co nejpřesněji.

## **3.3 Výzkumné metody**

### **3.3.1 Rozhovory**

Rozhovory se skládaly ze sedmi hlavních otázek, které hledaly odpovědi a doplňující informace ke splnění cílů této diplomové práce. Otázky byly tvořeny tak, aby nám rozšířily informace o schopnosti studentů řešit chemické výpočty po střední škole, jaká je jejich jistota v řešení, jaké mají postavení na středních školách, jaký mají k tomuto tematickému celku vztah a jak jejich schopnost posunul kurz *Chemické výpočty*.

### Seznam otázek:

- 1) Máte maturitu z chemie?
- 2) Jak se stavíte k chemickým výpočtům: Baví vás? (ohodnoťte na stupnici od 1–5) Jaká je příčina vašeho záporného vztahu k chemickým výpočtům (a naopak). Stupnice byla nastavena tak, že 1 – nejméně baví, 5 – nejvíce baví, tato stupnice vždy platila ve všech otázkách, pokud byla použita.
- 3) Jak byste ohodnotili vaši schopnost řešit chemické výpočty po absolvování SŠ? 1 – 5. Pokud 1 – jaká je toho příčina? (a naopak)
- 4) Probírali jste na SŠ všechny typy úloh, které jste měli v testu? (Nebo jste s některými úlohami setkali poprvé při vstupním testu či jste je probrali na SŠ pouze okrajově, a proto si nepamätujete (nevíte), jak na jejich řešení? (w, pH, výp. z chemické rovnice, c, směšovací rovnice) Pokud daný typ úlohy byl probírán – byli byste schopni říci, jak v moc velkém rozsahu?
- 5) Řeší se vám lépe příklady, které jsou zadány slovně či pomocí značek? Jaký je důvod, proč vám zrovna vyhovuje konkrétní typ zadání?
- 6) Díky čemu si myslíte, že jste byli ve výstupním testu úspěšnější? (Myslíte si, že vaše zlepšení ve výstupním testu bylo díky pochopení chemických výpočtů více do hloubky či jste se pouze mechanicky naučili jednotlivé postupy u jednotlivých typů úloh?)
- 7) Máte pocit, že se po absolvování kurzu posunula vaše schopnost a jistota řešit chemické výpočty? Pokud ano – co konkrétně vám pomohlo k vašemu zlepšení? Pokud ne – proč si myslíte, že vám kurz nepomohl ke zlepšení vašich schopností?

Všichni studenti byli těmito otázkami tázáni. U některých studentů, pokud byli svým řešením nějak odlišní, byly položeny otázky navíc. Například u jednoho studenta nedošlo po kurzu ke zlepšení, ba naopak se jeho úspěšnost řešení snížila. Poslední otázka byla přeformulována tedy tak, aby zjistila, co bylo příčinou jeho zhoršení. Celkově se k doplnění nejasných informací pokládaly doplňující otázky pro studenty dělané přímo na ně.

Na rozhovory bylo vybráno 12 studentů. Studenty jsem vybírala podle výsledku testů. Vybírala jsem nejúspěšnější studenty při vstupním testu, naopak jsem ale vybírala i ty nejméně úspěšné, ale také ty, kteří test napsali průměrně. Další studenti byli vybráni i podle netypického chybování v testu. Studenty jsem tedy nejdříve vybrala, poté jsem sehnala e-mailové adresy

od vedoucího kurzu. Všem 12 studentům jsem zaslala oslovovací e-mail, který obsahoval mé představení, představení tématu diplomové práce, vysvětlení, proč bych ráda s nimi rozhovor vedla. Dále e-mail obsahoval prosbu o samotném provedení rozhovoru.

Před rozhovory jsem si vždy ještě jednou prošla vstupní i výstupní testy a napsala si ke studentům krátké informativní odstavce o tom, v čem chybovali či v čem se lišili od ostatních řešitelů. Například jsem si u jednoho řešitele napsala poznámku: „*Vyřešil více jak půlku úloh správně. Patří mezi ty úspěšnější řešitele. Měl chyby především v úlohách, které byly zadány pomocí značek.*“. Rozhovory byly prováděny na online platformě Teams. Díky aplikaci Teams byly všechny rozhovory po souhlasu s respondenty nahrávány pro mé další zpracování (viz kapitola Způsob analýzy rozhovorů). Rozhovory trvaly přibližně 20–40 minut, podle toho, jak moc se mi podařilo studenty rozpovídat. Někteří odpovídali stručněji, ale byli i tací, kteří se rozpovíдали více a podrobněji.

### **3.4 Analýza dat**

#### **3.4.1 Způsob vyhodnocení testů**

Testy jsem vyhodnocovala a zapisovala do tabulky v MS Excel. Tabulka obsahovala nejen vyhodnocení testu, ale také údaje o studentech: jména studentů, dále údaj, ze které střední školy přichází (popřípadě vysoké školy) či jakou kombinaci oborů studují na PF. Dále se zde nachází odpovědi na otázky související se schopností řešit chemické výpočty. Dále odpovědi na otázky, jestli znají daný příklad ze střední školy a jak si jsou řešením jistí. Na otázku, zda znají příklad ze střední školy, odpovídali pouze ano/ne. Jistotu vyjadřovali na stupni od 1–5, 1 – jsem si málo jistý, 5 – jsem si absolutně jistý. Dále už tabulka obsahuje vyhodnocování jednotlivých příkladů včetně mapování jednotlivých kroků.



Na Obrázku 1 je test studentky, na kterém je popsáno, jak se testy vyhodnocovaly. Toto je konkrétně ukázka pretestu. Posttesty byly vyhodnocovány totožným způsobem. V testu je zvýrazněno, co přesně se v jednotlivých výpočtech hodnotilo. První příklad se týkal hmotnostního zlomku. Přesné znění úlohy: „*Vypočítejte  $w(\text{NaCl})$  v roztoku, víte-li že  $m(\text{NaCl}) = 111\text{g}$  a  $m(\text{H}_2\text{O}) = 800\text{g}$ .*“. Studentka uvedla, že příklad ze střední školy zná a je si jista na 3. Hodnotil se výsledek a jednotky (vždy se do tabulky jen zapsalo má/nemá), když je zde správně, tak se zapsalo do sloupce výsledek v tabulce jednička (jako v tomto případě), pokud nebyl tak nula. Dále se šlo po dílčích krocích, zdali byl vyjádřen vzorec pro hmotnostní zlomek – v tomto testu na obrázku ano. Dále byla hodnocena numerická správnost – zda byly správně dosazeny hodnoty veličin. Celkově byl příklad úspěšně řešený. Dále se ještě hmotnostního zlomku týkal desátý příklad, který je tomuto sesterský, jen je zadán místo vzorců slovně. Příklad zní: „*Materiál pro výrobu zvonu byl připraven roztavením 780 kg mědi a 220 kg cínu. Vypočítejte hmotnostní zlomek cínu v této slitině.*“. Je řešen správně a řešitelka si je jistá na 5. Zde můžeme vidět, že si v tomto případě více pocitově podle uvedení jistoty sedlo slovní zadání úlohy.

Druhý příklad se týkal výpočtů související s pH. Přesné znění příkladu: „*Vypočítejte  $c(\text{NaOH})$  v roztoku, pokud  $\text{pH} = 9,15$ . Předpokládejte úplnou disociaci  $\text{NaOH}$ .*“. Studentka opět zná příklad ze střední školy a je si řešením jistá na 1. Opět se hodnotil správný výsledek, který v tomto případě správně nebyl. Opět se hodnotily ještě dílčí postupy, například zda byl uveden vztah pro pH nebo pOH – nebyl uveden. Výpočet se vztahem pro pH nebo pOH se také nevyskytnul. Dále se hodnotilo, zda se v postupu objevil vztah pro pH a pOH: tomto případě ano. Nulou byl hodnocen výpočet s pH a pOH, jelikož nebyl proveden. Vztah  $c(\text{NaOH})$  a  $c(\text{OH}^-)$ , ( $\text{pH}$  na  $c$ ,  $c = 10^{-\text{pOH}}$ ) uveden byl. Numerická správnost byla hodnocena nulou, jelikož příklad nebyl dopočítán, zde i na obrázku testu studentky můžeme vidět, že je to podle ní kvůli špatné kalkulačce. V testu se ještě vyskytoval sesterský příklad, který se hodnotil úplně stejně, jen se lišilo zadání, které bylo zadáno slovně. Slovní zadání znělo: „*Průběh chemické reakce může záviset i na kyselosti prostředí. Do reakční směsi byla proto postupně přikapávána kyselina sírová, která je zcela disociována. Koncentrace kyseliny ve výsledném roztoku byla  $0,015\text{mol/dm}^3$ . Určete  $\text{pH}$  tohoto roztoku.*“. V tomto případě byl jedničkou hodnocen pouze vztah pro pH, ostatní nulou, jelikož příklad dále už řešen nebyl. Jistota řešení je jedna, takže zde forma zadání nepomohla.

Třetí příklad se týkal výpočtu látkové koncentrace. Přesné znění příkladu je: „*Fyziologický roztok používaný k lékařským účelům je roztok chloridu sodného ve vodě o koncentraci 0,15 mol/dm<sup>3</sup>. Vypočítejte, kolik chloridu sodného potřebujete k přípravě 50 l fyziologického roztoku. Molární hmotnost NaCl je 58,5 g/mol.*“. S příkladem se studentka již setkala a svoji jistotu řešení ohodnotila 5. Byl uveden výsledek i jednotky. U dílčích postupů se hodnotilo, zda byl uveden vztah pro výpočet látkové koncentrace a hmotnosti, což bylo rovnou uvedeno a vyjádřeno dohromady. Dále se hodnotil výpočet se vztahem pro hmotnost a látkovou koncentrací, ten byl proveden. A numerická správnost byla taktéž správně. Sesterská devátá úloha byla zadána pomocí vzorců se zněním: „*Vypočítejte  $m(\text{CaCl}_2)$  v roztoku, pokud víte, že:  $V(\text{roztoku}) = 25 \text{ dm}^3$ ,  $c(\text{CaCl}_2) = 0,1 \text{ mol/dm}^3$ ,  $M(\text{CaCl}_2) = 110,98 \text{ g/mol}$ .*“. Opět byl správně řešen a hodnocen úplně stejně jako jeho sesterský případ a vše jedničkou. Příklad opět uveden že je znám s jistotou řešení 5. V tomto případě studentce sedlo jak slovní zadání, tak pomocí vzorců.

Čtvrtou úlohou byla úloha, zaměřená na výpočet pomocí směšovací rovnice. Úloha zní: „*Vypočítejte  $V(\text{H}_2\text{O})$  potřebný ke zředění kyseliny, pokud víte, že:  $V(\text{kyselina}) = 14,5 \text{ ml}$ ,  $\rho(\text{kyselina}) = 1,84 \text{ g/cm}^3$ ,  $w(\text{kyselina}) = 0,96$ ,  $w(\text{výsledný roztok}) = 0,38$ ,  $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ g/cm}^3$ .*“. Studentka uvedla, že příklad zná, ale nepamatuje si postup. Jistotu neuvedla. Jde vidět mírný náznak snahy o výpočet, ale bohužel nakonec byl přeškrtnut. Hodnotily se tyto dílčí kroky: uvedení vztahu pro hmotnost, výpočet se vztahem pro hmotnost, vztah pro směšování a výpočet s ním a numerická správnost. Vše bylo hodnoceno nulou, jelikož nic z toho nebylo uvedeno, taktéž hodnocení bylo i u šestého příkladu, který byl sesterský, ale jen zadán slovně: „*Při výrobě plošných spojů se využívá i leptání. K tomu je možné využít 20% roztok kyseliny dusičné. Kolik gramů vody je třeba ke zředění 67% kyseliny o hustotě 1,40 g/cm<sup>3</sup>, pokud jí v láhvi zbývá 30 ml.*“. V tomto případě nepomohl ani jeden typ zadání.

Poslední pátý příklad je zaměřen na výpočty z chemické rovnice. S přesným zněním: „*Rozptýlením jodidu ciničitého v atmosféře je možné vyvolat déšť. Jodid ciničitý se připravuje reakcí cínu s jodem. Na jeho přípravu bylo použito 8,6g cínu a 30g jodu. Vypočítejte hmotnost získaného jodidu ciničitého a hmotnost nezreagované výchozí látky. Molární hmotnost cínu je 118,7 g/mol, molární hmotnost jodu je 126,9 g/mol.*“. Řešitelka uvedla, že příklad zná a její jistotu řešení ohodnotila 4. U tohoto testu se vyhodnocovaly dva výsledky, jeden týkající se hmotnosti vzniklého jodidu a druhý zbylého cínu. Výsledek hmotnosti jodidu byl uveden

správně, ale zbylý cín ne (byl totiž uveden nepřesný výsledek, nejspíše špatné zaokrouhlení) a vedlo to k tomu, že příklad nebyl celkově správně řešen. Dále se hodnotily tyto dílčí kroky: jestli je uveden vzorec jodidu cíničitého (v tomto případě ano), vyčíslení rovnice (není vyčísleno správně), výpočet se vztahem pro látkové množství byl proveden správně, výpočet  $M(I_2)$ , kde bylo jod nutno dvojnásobit, nebyl proveden. Další hodnoceným krokem byl výpočet  $n(SnI_4)$ , který byl proveden správně. Výpočet  $m(SnI_4)$  byl vypočítán také správně a hodnocen jedničkou, hmotnost nezreagované látky nebyla přesně vypočítána. Numerická správnost se zdařila pouze u jednoho výsledku zde dvou, takže celkově příklad nebyl řešen správně. Sesterským příkladem byl příklad sedmý, který byl zadán pomocí vzorců. Zadání zní: „Vypočítejte  $m(Fe_2O_3)$  připraveného oxidací 16g železa dle schématu:  $.... Fe + O_2 \rightarrow ....Fe_2O_3$ ,  $M(Fe) = 55,9g/mol$ ,  $M(O) = 16,0 g/mol$ .“ Studentka uvedla, že tento příklad zná a je si řešením jistá na 5. Tato úloha byla hodnocena podobným způsobem a bylo vše správně provedeno, tentokrát i numerická správnost. V tomto typu úlohy sedlo studentce i podle jistoty více zadání pomocí vzorců.

### 3.4.2 Analýza výsledků testu

Výsledky testů byly dále statisticky zpracovány a porovnány mezi sebou. Posttest psalo 24 studentů, takže byly vybrány pouze výsledky těch studentů, kteří se účastnili obou testování.

Výsledky Shapiro-Wilk testu poukázaly na nenormální rozdělení dat. Pro vyhodnocení tak byly využity neparametrické testy. Pro vyhodnocení rozdílů byl využit neparametrický párový Wilcoxonův test. Analýzy pro tuto statistiku byly provedeny v online kalkulátoru Wilcoxon Signed-Rank Test Calculator. Výsledky byly považovány za statisticky významné, jestliže dosažená hladina významnosti dosahovala hodnot menších než 0,05.

### 3.4.3 Způsob analýzy rozhovorů

Jak již bylo uvedeno v kapitole 3.3.1., rozhovory byly z důvodu probíhající pandemie provedeny prostřednictvím aplikace MS Teams a po souhlasu respondentů pro účely dalšího zpracování nahrávány. Vždy po skončení rozhovorů byly přepsány do textové podoby. Poté jsem kvůli zachování anonymity jmen studentů nahradila jejich jména čísly od 1–12. Pro analýzu rozhovorů jsem použila otevřené kódování. Pro svou diplomovou práci jsem se rozhodla použít otevřené kódování založené na kódování tematických celků neboli celistvých odpovědí na pokládané otázky.

## 4 Výsledky a diskuze

### 4.1 Pretest – s čím přicházejí na VŠ?

#### 4.1.1 Znají příklady ze středních škol?

Tabulka 1: Znalost jednotlivých příkladů

Příklad	Zná ze SŠ		Podíl respondentů, kteří znají
	Ano	Ne	
1	30	0	100 %
10	25	3	89 %
2	20	5	80 %
8	19	3	86 %
3	23	3	88 %
9	25	3	92 %
4	14	10	58 %
6	14	7	67 %
5	16	8	67 %
7	19	4	83 %

Součástí pretestů byla i otázka, zda studenti znají příklad ze střední školy. V tabulce 1 jsou uvedeny výsledky. Příklady s hmotnostním zlomkem znají studenti nejvíce, dále znají i příklady s látkovou koncentrací či s pH. Nejméně studenti znají příklady týkající se směšovací rovnice. U příkladů pH a směšovací rovnice znali spíše slovní zadání těchto úloh. U ostatních znali úlohy, co byly zadány vzorci. Toto téma jsem i řešila se studenty během rozhovorů a ptala jsem se jich, jestli příklady řešili na středních školách. Odpovídalo vždy dvanáct respondentů. Příklady s hmotnostním zlomkem řešilo na střední škole 11 z dotazovaných studentů. Výpočty s pH, výpočty z chemické rovnice a látkovou koncentraci řešilo 10 studentů. Směšovací rovnici řešilo 8 studentů. Odpovědi na tuto otázku vybrané z testu a rozhovorů odpovídají tomu, že hmotnostní zlomek většina studentů ze střední školy již zná. Dále pak znají i pH, látkovou koncentraci či výpočty z chemické rovnice. Směšovací rovnice už jsou na tom hůře. Další otázkou v rozhovoru související se znalostí výpočtů ze středních škol byla otázka, jak moc

jednotlivé příklady probírali do hloubky. Čtyři studenti odpověděli, že probírali všechny typy výpočtů do hloubky. Tři studenti odpověděli, že do hloubky byly probírány výpočty týkající se hmotnostního zlomku. Ostatní příklady, když už byly probírány, tak byly probrány velmi málo povrchně. Zde můžeme vidět, že se jednotlivé školy v probírání chemických výpočtů opravdu liší.

#### 4.1.2 Sebehodnocení studentů

Tabulka 2: Jistota studentů u jednotlivých příkladů v pretestu

příklad	JISTOTA					Medián jistot
	1	2	3	4	5	
1	0	2	7	8	10	4
10	0	2	8	3	10	4
2	6	1	4	2	0	2
8	1	3	3	6	2	4
3	2	2	8	5	7	3,5
9	2	1	6	11	5	4
4	5	2	3	1	5	3
6	4	1	3	1	5	3
5	5	2	4	4	3	3
7	1	5	8	3	5	3

U každého výpočtu v pretestu měli studenti vždy vyplnit, jak si jsou jisti řešením. Z tabulky 2 můžeme vyčíst, jakou jistotu studenti u jednotlivých příkladů uváděli. U příkladu s hmotnostním zlomkem hodnotili svoji jistotu mediánem 4, a to i jak slovní zadání, tak zadání pomocí vzorců. U příkladů na pH byla jistota nižší. U zadání pomocí vzorců byl medián 2, u slovního zadání 4. U výpočtů látkové koncentrace se jistota při řešení příkladů u zadání pomocí vzorců a slovního příliš nelišila, nacházela se mezi 3–4. Odlišnost jistoty u různých typů zadání úlohy nebyla ani v případě výpočtů související se směšovací rovnicí, kde byl medián jistot 3. U výpočtů z chemických rovnic opět jistotu řešení studentů neovlivňoval typ zadání a medián jistot byl 3.

V rozhovorech byli studenti také dotazováni na to, jak by ohodnotili svoji jistotu v řešení chemických výpočtů po střední škole (opět na stejné škále od 1–5). Z dvanácti studentů se ohodnotilo šest na 4, dva na 3, jeden na 2–3 a tři na 2. Během rozhovorů jsem se studentů tázala i na to, jakou to má příčinu. Šest studentů odpovědělo, že jejich špatná schopnost řešit výpočty či špatná jistota řešení je kvůli tomu, že příklady vůbec ze střední školy neznají či je vůbec nepochopili. Jedna respondentka odpověděla: „*Mám pocit, že jsem se to pak na vešce učila od nuly.*“. To nás opět vede ke špatnému pochopení příkladů na střední škole. Dva studenti odpověděli, že jejich malá schopnost řešit chemické výpočty spočívá v tom, že jim nepřikládali žádný význam a nevěděli, k čemu vlastně jsou. Studentka 5 přímo odpověděla: „*Takže nějak mě to nebavilo a jela jsem ve vzorečkách a moc jsem nevěděla co je ten smysl.*“. Studentka 2 odpověděla: „*[...] a zároveň jsem se u toho nepozastavila a řekla si, že jo to už nebudu potřebovat.*“. Zde můžeme z odpovědí vyčíst, že studentka 5 prostě jen používala naučené vzorečky, ale nebyla si moc vědoma, co počítá a proč. Studentka 2 i přesto, že pravděpodobně plánovala jít na chemicky zaměřený obor/školu, tak výpočtům i tak nepřikládala žádnou váhu budoucí potřebnosti, což pak vedlo k její menší schopnosti je řešit. Tři studenti, kteří se ohodnotili jako schopnější řešit chemické výpočty, uvedli, že příčinou jejich vyšší schopnosti je dobrá profesorka a kvalitní příprava na střední škole. Konkrétní odpověď studentky 5 k tomuto je takto: „*[...] a i na konci střední jsem dostala dobrou profesorku.*“. Student 1 na otázku, jaká je příčina jeho malé schopnosti řešit chemické výpočty, odpověděl: „*No tak já si myslím, že tam byl největší problém, že co jsem počítal na střední, byly jiný výpočty než na ped'áku.*“. Je logické, že na vysoké škole se studenti setkají i s něčím jiným než na střední, ale zrovna toto bylo vztaženo na pretest, který se skládal z látky, konkrétně z chemických výpočtů, které se dle RVP G (2007) mají právě na gymnáziích vyučovat. Takže si můžeme pokládat otázku, jak je možné, že student 1 má pocit, že to pro něj byly úplně jiné příklady, což nám hraje i s tím, jak bylo v kapitole 4.1.1. uváděno, že hmotnostní zlomek znají nejvíce, a že dokonce ho i někteří brali na střední škole do větší hloubky.

Ze zjišťování jistoty studentů nám vyplývá, že typ zadání ji úplně zcela neovlivňuje, občas některým pomůže, ale není to nějaký zásadní rozdíl. Nejvíce si byli jisti výpočty týkajících se výpočtů hmotnostního zlomku. Nejmenší jistota převládala u příkladu s pH, a to konkrétně u zadání pomocí vzorců. Jistota převládala menší, ale jak již je v kapitole 4.1.1. zmíněno, tak

ale pH příklady ze středních škol poměrně znali. Je však možné, že byly špatně pochopeny či byly málo probírané.

#### **4.1.2.1 Umí studenti správně odhadnout svoji schopnost řešit chemické výpočty?**

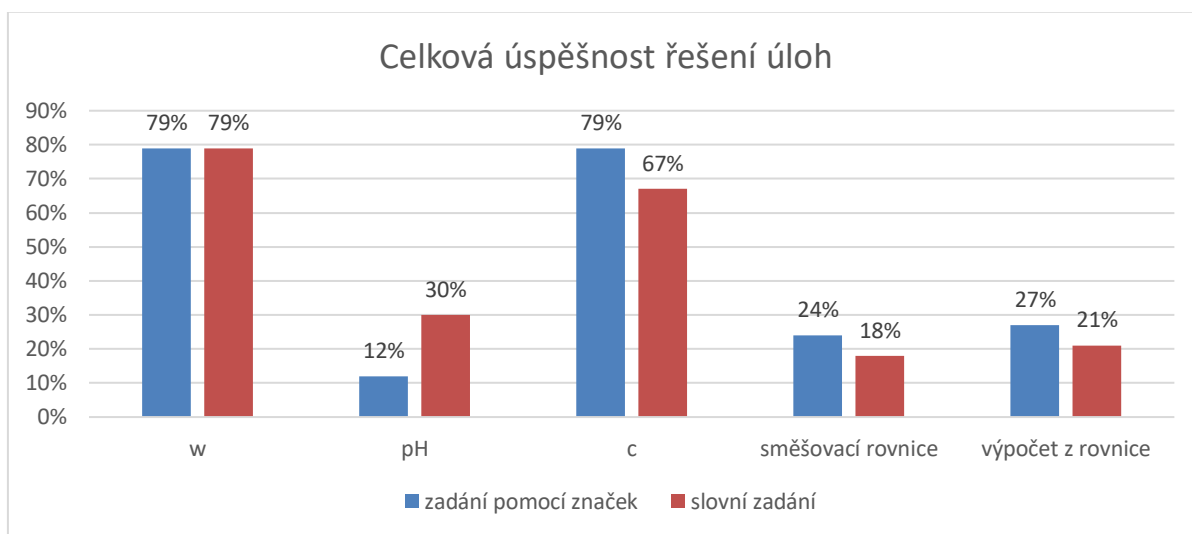
Pretest vyplnilo 33 studentů. Je potřeba zmínit, že ne všichni pokaždé u každého příkladu vyplnili svou hodnotu jistoty v řešení.

U výpočtu hmotnostního zlomku zadaného pomocí vzorců se správně odhadlo 17 studentů, tedy o něco více než polovina celkového počtu. U slovního zadání se odhadlo správně pouze 13 studentů. U výpočtů pH zadaných pomocí vzorců se odhadlo správně pouze 5 studentů, stejně tak tomu bylo i u slovního zadání téhož typu úlohy. U úloh týkajících se látkové koncentrace se správně u slovního zadání odhadlo 13 studentů, u zadání pomocí vzorců 15, což je skoro polovina studentů. U úloh se směšovací rovnicí se u zadání pomocí vzorců odhadlo 11 studentů a u slovního zadání tohoto typu úlohy 10. U výpočtů chemické rovnice se odhadlo u slovního zadání 9 studentů a u zadání pomocí vzorců 8.

Studenti se nejlépe odhadli v úloze týkající se hmotnostního zlomku zadané pomocí vzorců. Nejhorší odhady studenti měli u výpočtů s pH v obou typech zadání.

#### **4.1.3 Pretesty**

V této části se zaměřím na sepsání výsledků, které ze zkoumaných pretestů vzešly. Zaměřím se na to, jaké příklady byly řešeny nejlépe či naopak. Také se zaměřím na to, zda na to měl nějaký efekt typ zadání (slovní či pomocí vzorců). Vstupní test psalo 33 studentů, celková úspěšnost testu všech příkladů byla 46 %.



Graf 1: Úspěšnost jednotlivých výpočtů v pretestu

Celková úspěšnost jednotlivých výpočtů je uvedena v grafu 1. Celková úspěšnost u výpočtů hmotnostního zlomku byla u zadání pomocí vzorců i zadání slovního 79 %. U zadání pomocí vzorců 15 % studentů nebylo schopno uvést ani vzorec, 6 % studentů sice vzorec uvedlo, ale poté s ním neuměli pracovat. U slovního zadání vztah pro výpočet nevedlo 21 % studentů. Ti, co vzorec zavedli, téměř všichni (krom jednoho řešitele) byli schopni se vzorcem dále počítat.

U slovně zadaného výpočtu s pH dosáhli studenti 30% úspěšnosti. Vztah pro výpočet pH nezavedlo 58 % řešitelů. Řešitelů, kterým se povedlo výpočet zavést a vyřešit správně, bylo 27 %. Jako častá chyba se ukázalo nezohlednění dvojsytnosti kyseliny, tedy nevyužití vztahu pro koncentraci kyseliny a koncentraci ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ). Ten zavedla pouze 3 % respondentů. Další respondenti pouze mechanicky do vzorce dosadili koncentraci kyseliny, z čehož vyplývá, že zřejmě vztahu koncentrace nerozumí, pouze aplikují naučený algoritmus. Výpočet s pH, se zadáním pomocí vzorců, měl úspěšnost 12 %. 64 % studentů nebylo schopno uvést vzorec pro pH či pOH. 15 % studentů vzorec vědělo, ale nebylo schopno s ním počítat, 56 % studentů nebylo schopno uvést vztah mezi pH a pOH. 21 % respondentů tento vztah uvedlo, ale neumělo s ním dál pracovat.

Výpočet látkové koncentrace měl úspěšnost 79 %, a to konkrétně zadání pomocí vzorců. Úlohy zadané slovy řešilo úspěšně 67 % studentů. U zadání pomocí vzorců vztah pro látkovou koncentraci nevedlo 15 % a ti, kteří ho zavedli, ho dokázali i početně využít. Obdobně i potřebný vztah pro výpočet hmotnosti z látkového množství nezavedlo 15 % studentů a ve

výpočtu ho využili skoro všichni, pouze s výjimkou jednoho řešitele. U slovního zadání 21 % studentů nevědělo vzorec pro látkovou koncentraci, stejný počet studentů nevěděl vzorec  $n=m/M$ , který byl také potřebný pro řešení úlohy. Dále už se vyskytovaly drobnější chyby – převod jednotek a celkově numerická nepřesnost.

Zadání pomocí vzorců příkladů týkajících se směšovací rovnic dosáhlo 24% úspěšnosti. Opět se především jednalo o neznalost vzorců. 67 % studentů nevedlo vzorec pro směšovací rovnici, 9 % sice uvedlo, ale dále nebylo schopno ho využívat. 45 % studentů nebylo schopno zavést vztah pro výpočet hmotnosti pomocí objemu a hustoty. Slovní zadání tohoto typu úlohy mělo úspěšnost 18 %. Jsou zde podobné důvody neúspěšnosti jako u příkladu, který byl zadán pomocí vzorců. 79 % studentů nevedlo vzorec pro směšovací rovnici, 9 % sice uvedlo, ale dále nebylo schopno ho využívat. 58 % studentů nebylo schopno zavést vztah pro výpočet hmotnosti pomocí objemu a hustoty.

27% úspěšnost mělo zadání pomocí vzorců u příkladu zaměřených na výpočty z chemických rovnic. Řešení není na rozdíl od slovního zadání tohoto typu příkladu limitováno odvozením vzorce (byl v zadání), 33 % studentů napsalo vzorec pro látkové množství, 27 % studentů nebylo schopno vyčíslit rovnici, 27 % studentů sice vyčíslo rovnici, ale dále nebyli schopni počítat a pracovat se stechiometrickými koeficienty, obecně celkově neuměli pracovat s vypsányými vzorci. Slovní zadání týkající se výpočtu z chemických rovnic mělo 21% úspěšnost. 61 % řešitelů nevedlo ani vztah pro  $n$ , 45 % studentů nebylo schopno odvodit vzorec a z těch, co ho odvodili, pak 15 % nebylo schopno zapsat a vyčíslit rovnici. Dále byl problém rozpoznat látku, která zcela reagovala.

Tabulka 3: Rozdíly mezi jednotlivými příklady vstupního testu

**Test Statistics<sup>a</sup>**

	pH_pred - w_pred	c_pred - w_pred	smes_pred - w_pred	rov_pred - w_pred	c_pred - pH_pred	smes_pred - pH_pred	rov_pred - pH_pred	smes_pred - c_pred	rov_pred - c_pred	rov_pred - smes_pred
Z	-3,852 <sup>b</sup>	-,832 <sup>b</sup>	-3,839 <sup>b</sup>	-3,906 <sup>b</sup>	-3,345 <sup>c</sup>	-,749 <sup>b</sup>	-,474 <sup>c</sup>	-3,610 <sup>b</sup>	-3,397 <sup>b</sup>	-1,184 <sup>c</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,405	,000	,000	,001	,454	,635	,000	,001	,236

a. Wilcoxon

Jak jsem již výše zmiňovala, pro přesnost výsledků a rozdílů byl využit neparametrický párový Wilcoxonův test. Statisticky největší úspěšnost mají úlohy týkající se hmotnostního zlomku

a látkové koncentrace. Kdybychom zkoumali procentuální úspěšnost v grafu 1, tak by to vypadalo tak, že úloha s hmotnostním zlomkem na tom bez ohledu na typ zadání byla procentuálně lépe, ale statisticky významný rozdíl zjištěn nebyl. To můžeme pozorovat v tabulce 3. Tyto typy úloh byl ve srovnání s úlohami týkajícími se pH, směšovací rovnic a výpočtů z rovnic opravdu statisticky úspěšnější. Nejmenší úspěšnost měly příklady s pH, výpočty z rovnic a výpočty se směšovací rovnicí. Mezi těmito třemi typy výpočtů nebyl nalezen statisticky významný rozdíl, což znamená, že nemůžeme říct, že by některý z nich byl méně či více úspěšný.

Celkově je tedy jasné, že nejvíce studentům seděly výpočty s hmotnostním zlomkem a s látkovou koncentrací. V teoretické části jsem uváděla, že v jednom z výzkumů (Rychtera & Bílek et al., 2020) učitelé mezi kritické učivo tématu chemické výpočty řadili právě výpočty s látkovou koncentrací či výpočet z chemických rovnic. Výzkumný vzorek této práce s výpočty látkové koncentrace zas tak velký problém neměl, ale s výpočty zabývající se výpočtem z chemických rovnic už větší problémy byly. Tudíž dle našeho výzkumu bychom mohli na základě zkoumání našeho vzorku studentů také výpočty z chemických rovnic zařadit do kritické oblasti učiva chemických výpočtů. To by platilo i v případě zkoumaných výsledků výstupního testu.

Tabulka 4: Rozdíly mezi typem zadání (pretest i posttest)

**Test Statisticsa**

	P10po - P1po	P10pred - P1pred	P8po - P2po	P8pred - P2pred	P9po - P3po	P9pred - P3pred	P6po - P4po	P6pred - P4pred	P7po - P5po	P7pred - P5pred
Z	-1,000 <sup>b</sup>	-,333 <sup>c</sup>	-1,342 <sup>c</sup>	-,707 <sup>b</sup>	,000 <sup>d</sup>	-1,633 <sup>b</sup>	-1,732 <sup>b</sup>	-,577 <sup>c</sup>	-3,317 <sup>b</sup>	-2,449 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,317	,739	,180	,480	1,000	,102	,083	,564	,001	,014

a. Wilcoxon

Ovlivnil typ zadání úspěšnost úloh ve vstupním testu? Pokud bychom se dívali na graf 1, tak bychom mohli vidět, že procentuálně je na tom vždy lépe u všech typů příkladů zadání pomocí vzorců (krom pH: zde lépe dopadlo slovní zadání). Ale statisticky významný rozdíl v úspěšnosti dle typu zadání byl nalezen pouze v případě výpočtů z chemických rovnic, kde mnohem úspěšnější bylo zadání tohoto typu výpočtu pomocí vzorců, což můžeme pozorovat v tabulce

4. Pouze i v případě tohoto typu výpočtů byla nalezena věcná významnost (effect size) s malou velikostí účinku ( $p = 0,02$ ,  $r = 0,297$ ) mezi slovním zadáním a zadáním pomocí vzorců.

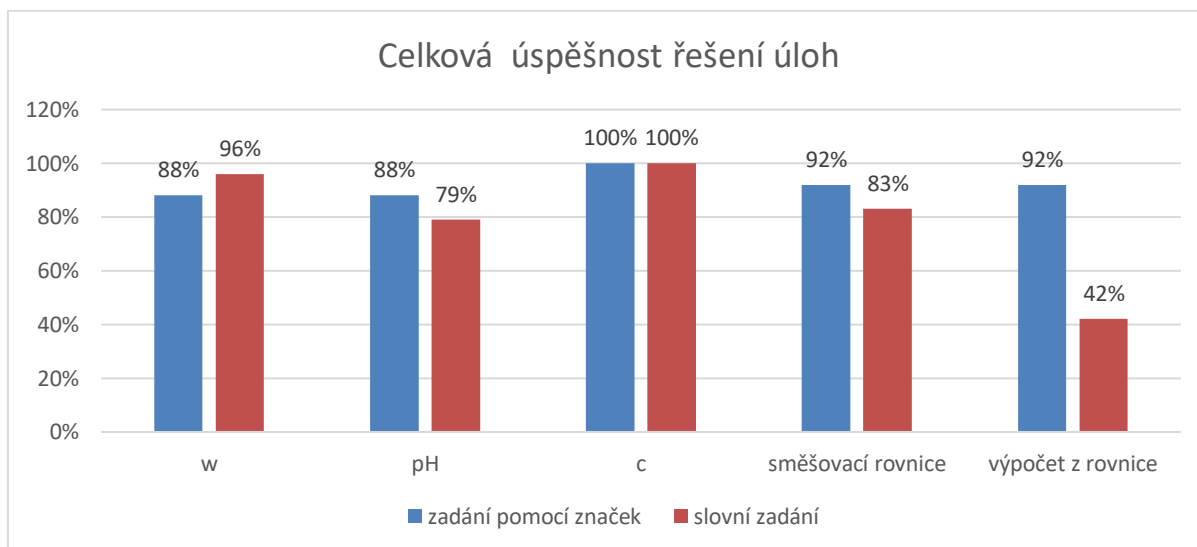
Z rozhovorů vyplynulo, že z 12 studentů 8 hodnotilo zadání pomocí proměnných a vzorců jako snazší. 3 studenti odpověděli, že je to proto, že je to pak bez přemýšlení. Další 3 uvedli, že je to rychlejší a jednodušší, a pouze 1 uvedl, že zadání pomocí vzorců napoví vzorec. Jeden student uvedl argument, že je na zadání pomocí vzorců a proměnných zvyklý ze střední školy. Konkrétně studentka 2 odpověděla: „[...] ale je to bez přemýšlení, když to mám naučený, že mám vzoreček v hlavě tak nemusím přemýšlet o zadání, ale vlastně nevím, co počítám.“. Studentka 3 to zase odůvodnila takto: „[...] když je to zadáný jako slovní úloha, tak se v tom můžu ztratit nebo něco zapomenu.“. Pouze jediný student odpověděl, že mu sedí více slovní zadání. Jako důvod uvedl, že je to lepší pochopení a představa. 3 studenti na tuto problematiku odpověděli, že jim to je jedno.

Z tohoto zkoumaného vzorku se celkově jeví, že způsob zadání (krom jednoho typu příkladu) úspěšnost úloh neovlivňuje. Z vyplynulých názorů studentů na tuto problematiku to ale vypadá, že pocitově většině sedí zadání pomocí vzorců. Důvodem je to, že je pak pro ně řešení snadnější, rychlejší a nemusí se nad úlohou tolik zamýšlet. To nás může dovést k myšlence, jestli ale od studentů nechceme více. Měli bychom spíše cílit na to, jak uvedl Hofmann (1971), aby žáci a studenti nepohlíželi na výpočty jako pouze na matematické operace a pouhé neuvědomělé dosazování hodnot do vzorců, ale aby při nich nabývali dovedností a aby je úlohy vedly k tvořivému a kritickému myšlení.

## 4.2 Výsledky postestu

### 4.2.1 Výsledky a jejich rozbor

Výstupní test řešilo 24 studentů. Celková úspěšnost testu byla 86 %.



Graf 2: Celková úspěšnost jednotlivých úloh v posttestu

Z grafu 2 můžeme vidět, že úloha týkající se hmotnostního zlomku zadaná pomocí vzorců měla úspěšnost 88 %. Vztah pro výpočet uvedlo 100 % řešitelů, také všichni správně dosadili do vzorce. 8 % řešitelů mělo chybu kvůli numerické nepřesnosti – špatné vypočítání, přehlédnutí se, ostatní chyby byly kvůli špatnému zaokrouhlení. Slovní zadání tohoto typu příkladu má úspěšnost 96 %. Vztah pro výpočet uvedlo 100 % řešitelů, také všichni správně dosadili. Pouze jeden řešitel byl neúspěšný z důvodu špatného zaokrouhlení na konci výpočtu.

Výpočet týkající se výpočtu pH zadaný pomocí vzorců dosáhl úspěšnosti 88 %. 13 % studentů nebylo schopno uvést vzorec pro pH či pOH, jeden student vzorec věděl, ale nebyl schopen s ním dále počítat. 13 % studentů nebylo schopno uvést vztah mezi pH a pOH – kdo uvedl, uměl s ním počítat. Slovní zadání pH výpočtu mělo úspěšnost 79 %. Vztah pro výpočet pH nezavedlo 8 % řešitelů. Těch, co se povedlo zavést a vyřešit správně, byla většina. Jako častá chyba se ukázalo nezohlednění dvojsytnosti kyseliny, tedy nevyužití vztahu pro koncentraci kyseliny a koncentraci ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ). Tento vztah nezavedlo pouze 17 % respondentů. Další respondenti pouze mechanicky do vzorce dosadili koncentraci kyseliny, tedy je zřejmé, že vztahu koncentrace nerozumí, ale pouze aplikují naučený algoritmus.

Úlohy zabývající se výpočty látkové koncentrace v obou typech zadání měly 100% úspěšnost.

Zadání pomocí vzorců týkající se výpočtů se směšovací rovnicí měly úspěšnost 92 %. 8 % studentů nevedlo vzorec pro směšovací rovnici. Ti, co ho zavedli, tak s ním i úspěšně počítali. 100 % studentů bylo schopno zavést vztah pro výpočet hmotnosti pomocí objemu a hustot, pouze 8 % nebylo schopno s tím dále počítat. Slovní zadání výpočtu se směšovací rovnicí mělo úspěšnost 83 %. 13 % studentů nevedlo vzorec pro směšovací rovnici. Studenti, kteří vzorec uvedli, ho dokázali i dále ve výpočtu využít (krom jednoho studenta). 8 % studentů nebylo schopno zavést vztah pro výpočet hmotnosti pomocí objemu a hustoty. 13 % studentů vztah pro výpočet zavedlo, ale nedokázalo dále použít.

Úloha týkající se výpočtu z chemických rovnic s typem zadání pomocí vzorců měla úspěšnost 92 %. 8 % studentů nezavedlo vzorec pro látkové množství. Pouze jeden student nebyl schopen vyčíslit rovnici. 8 % studentů uvedlo vše správně, ale na konci výpočtu byla numerická nesprávnost. Slovní zadání tohoto typu výpočtu mělo 42% úspěšnost. 29 % řešitelů nevedlo ani vztah pro látkové množství. Jeden řešitel nebyl schopen odvodit vzorec a u těch, kteří ho odvodili, nebylo 13 % z těchto řešitelů schopno zapsat a vyčíslit rovnici. Dále byl problém rozpoznat látku, která zcela zreagovala (s tím mělo problém 38 % řešitelů). 29 % studentů chybovalo v převodu jednotek a celkově v numerické správnosti.

Tabulka 5: Rozdíly mezi jednotlivými příklady výstupního testu

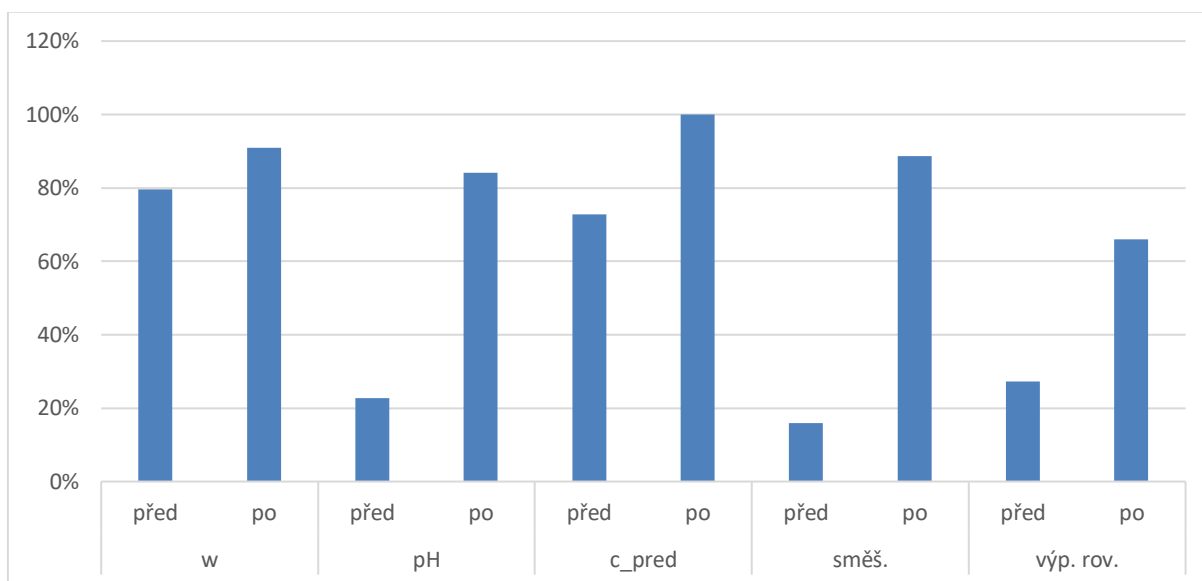
Test Statistics<sup>a</sup>

	pH_po - w_po	c_po - w_po	smes_po - w_po	rov_po - w_po	c_po - pH_po	smes_po - pH_po	rov_po - pH_po	smes_po - c_po	rov_po - c_po	rov_po - smes_po
Z	-,905 <sup>b</sup>	-2,000 <sup>c</sup>	-,378 <sup>b</sup>	-2,399 <sup>b</sup>	-2,333 <sup>c</sup>	-,816 <sup>c</sup>	-2,138 <sup>b</sup>	-1,890 <sup>b</sup>	-3,419 <sup>b</sup>	-2,500 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,366	,046	,705	,016	,020	,414	,033	,059	,001	,012

a. Wilcoxon

Pro přesnost výsledků a rozdílů mezi úlohami zde byl opět využit neparametrický párový Wilcoxonův test. Z grafu 2 to dle úspěšnosti vypadá, že výpočty týkající se látkové koncentrace jsou nejúspěšnější. Jak ale můžeme vidět z tabulky 5, statisticky není rozdíl mezi výpočty s látkovou koncentrací a směšovací rovnicí. Statistický rozdíl úspěšnosti je mezi výpočty s látkovou koncentrací a hmotnostním zlomkem, kde vyhrává úloha s látkovou koncentrací. Nejhůře (potvrzeno i statisticky) je na tom úloha týkající se výpočtů z chemických rovnic, která v porovnání s každým typem úlohy v testu skončila i statisticky nejhůře.

Ovlivňoval typ zadání úspěšnost řešení úloh ve výstupním testu? Z grafu 2 můžeme vyčíst, že dle procent úspěšnosti na tom většinou byly lépe úlohy zadané pomocí vzorců (kromě výpočtu hmotnostního zlomku). Statisticky byl ale potvrzen rozdíl úspěšnosti typu zadání jednotlivých úloh pouze u úlohy týkající se výpočtů z chemické rovnice. To můžeme pozorovat v tabulce 4. Typ zadání měl vliv na úspěšnost tedy pouze u úlohy s výpočty z chemické rovnice stejně jako u vstupního testu.



Graf 3: Celkové úspěšnosti jednotlivých typů příkladů v pretestu a posttestu

Tabulka 6: Rozdíly mezi pretestem a posttestem u týchž typů příkladů – souhrnně

**Test Statistics<sup>a</sup>**

	w_po - w_pred	pH_po - pH_pred	c_po - c_pred	smes_po - smes_pred	rov_po - rov_pred
Z	-1,890 <sup>b</sup>	-3,731 <sup>b</sup>	-2,762 <sup>b</sup>	-3,962 <sup>b</sup>	-2,751 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,059	,000	,006	,000	,006

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Pokud bychom porovnali celkové úspěšnosti testů a podívali bychom se i na graf 3, tak můžeme vyčíst, že studenti celkově ve všech typech úloh byli oproti vstupnímu testu ve výstupním testu úspěšnější. Statisticky významné rozdíly můžeme pozorovat v tabulce 6. Statisticky významný rozdíl s velkou, resp. střední velikostí účinku ( $p < 0,001$ ,  $r = 0,728$  pro pH,  $p < 0,728$ ;  $0,001$ ,  $r = 0,728$  pro směšovací rovnici;  $p = 0,006$ ,  $r = 498$  pro látkovou koncentraci a  $p = 0,006$ ,  $r = 0,495$  pro výpočty chemických rovnic), byl nalezen pro všechny typy výpočtů, a to kromě výpočtů hmotnostního zlomku, který byl již většinou studentů úspěšně řešený v pretestu. V ostatních typech výpočtů došlo při výstupním testu u studentů ke zlepšení.

Tabulka 7: Rozdíly mezi prestem a posttestem dle typu zadání

Test Statistics<sup>a</sup>

	P1pred - P1po	P10pred - P10po	P2pred - P2po	P8pred - P8po	P3pred - P3po	P9pred - P9po	P4pred - P4po	P6pred - P6po	P5pred - P5po	P7pred - P7po
Z	-,447 <sup>b</sup>	-2,000 <sup>b</sup>	-3,771 <sup>b</sup>	-2,840 <sup>b</sup>	-2,828 <sup>b</sup>	-2,000 <sup>b</sup>	-3,742 <sup>b</sup>	-4,025 <sup>b</sup>	-1,897 <sup>b</sup>	-3,051 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,655	,046	,000	,005	,005	,046	,000	,000	,058	,002

a. Wilcoxon

V tabulce 7 můžeme vidět statistické rozdíly jednotlivých úloh podle typu zadání. Kdybychom se podívali na jednotlivé typy zadání úloh, tak se studenti zlepšili skoro ve všech úlohách a v jejich typu zadání. Statisticky nedošlo ke zlepšení u výpočtů hmotnostního zlomku zadaného pomocí vzorců a u slovně zadaného výpočtů týkajících se výpočtů z chemických rovnic. Celkově se tedy jeví, že došlo ke zlepšení studentů řešit jednotlivé typy chemických výpočtů po absolvování kurzu *Chemické výpočty*.

#### 4.2.2 Sebehodnocení výsledku postestu

Tabulka 8: Jistota studentů v postestu

	JISTOTA					
příklad	1	2	3	4	5	Medián jistot
9	0	1	2	0	5	5
2	0	2	0	2	6	5
10	1	2	2	0	4	3
8	1	3	3	0	3	3
5	0	1	3	2	4	4
1	0	2	0	3	5	4,5
4	1	1	4	2	2	3
7	0	0	5	2	2	3
3	2	2	3	1	1	3
6	0	3	3	1	3	3

Jistotu studentů v řešení jednotlivých příkladů můžeme vidět v tabulce 8. Medián celkové jistoty studentů se pohyboval mezi hodnotami 3–4. U úlohy týkající se výpočtu s hmotnostním zlomkem u obou typů zadání byl medián jistoty 5. U obou typů zadání v případě výpočtů s pH byl medián jistoty 3. U výpočtů s látkovou koncentrací u zadání pomocí vzorců byl medián jistoty 4 a u slovního zadání 4,5. U úlohy se slovním zadáním týkající se výpočtů se směšovací rovnice byl medián jistoty 3 a to v obou typech zadání. U výpočtů z chemických v obou typech zadání byl medián jistoty 3.

Ve srovnání s jistotou studentů v pretestu se nějak rapidně jistota v průměru nezvedla ani celkově, ale ani u jednotlivých typů příkladů. Tato otázka byla i součástí rozhovorů, které jsem s vybranými 12 studenty vedla. Ptala jsem se jich, jestli se zlepšila jejich jistota řešení výpočtů ve výstupním testu (po absolvování kurzu *Chemické výpočty*). Všechny 12 respondentů odpovědělo, že se jejich jistota zlepšila.

Celkově se tedy jeví, že co se týče uváděných jistot, tak nedošlo k výraznému zvýšení jistot, ale pokud bychom vzali v potaz odpovědi studentů v rozhovorech, tak dle nich jistější jsou.

#### **4.2.2.1 Umí studenti už lépe po kurzu odhadnout svou úspěšnost?**

Ve výstupním testu studenti opět vyplňovali jejich jistotu, kterou jsem opět porovnávala s hodnocením výsledku jako v kapitole 4.1.2.1. Opět ne všichni studenti svoji jistotu uváděli, takže je výsledek pouze orientační.

U úlohy s hmotnostním zlomkem zadané pomocí vzorců se odhadlo správně 7 studentů, u slovního zadání 8. U úlohy s pH se v obou typech zadání odhadlo správně vždy 5 studentů. U úloh týkající se látkové koncentrace se odhadlo u slovního zadání 6 studentů, u zadání pomocí vzorců 8. U výpočtů se směšovací rovnicí se odhadli správně v obou typech zadání 4 studenti. U výpočtů z chemických rovnic se odhadli správně u slovního zadání 2 studenti a u zadání pomocí vzorců 4.

Studenti se v postestu nejlépe odhadli v úlohách týkajících se hmotnostního zlomku zadaného slovně (u pretestu to bylo zadání pomocí vzorců) a látkové koncentrace zadané pomocí vzorců. Nejhorší se v průměru odhadli u úlohy týkající se výpočtů z chemických rovnic.

### 4.3 Efektivita kurzu *Chemické výpočty*

V této části se zaměřím na to, jaký měl efekt kurz *Chemické výpočty* v zimním semestru 2020/2021 na zkoumané studenty této diplomové práce. Efektivita je hodnocena čistě přes posun od počátečních dovedností ke zjištěným dovednostem na konci kurzu.

#### 4.3.1 Jaký efekt měl na zvýšení úspěšnosti studentů?

Jak již bylo popsáno v předchozích kapitolách, studenti psali vstupní test při nástupu na vysokou školu s jejich středoškolskými znalostmi. Při vstupním testu měli nejmenší úspěšnost příklady s pH, příklady výpočtů z rovnic a výpočty se směšovací rovnicí. Mezi těmito třemi typy výpočtů nebyl nalezen statisticky významný rozdíl, takže nemůžeme říct, že by nějaká z nich byla méně či více úspěšnější. Ba naopak: studenti nejvíce bodovali ve výpočtech s hmotnostním zlomkem a s látkovou koncentrací. Po absolvování kurzu tedy ve výstupním testu došlo ke zlepšení v úlohách týkající se výpočtů pH, směšovací rovnice, látkové koncentrace a výpočtu z chemických rovnic (viz tabulka 6 a graf 3). U slovně zadaného výpočtů týkajících se výpočtů z chemických rovnic nedošlo ke zlepšení vůbec, i když to opravdu byla potřeba (tyto výsledky můžeme vidět v tabulce 7). Celkově se z výsledků jeví, že se studenti ve většině úloh po kurzu zlepšili.

Součástí rozhovorů byla i otázka na toto téma. Studentů jsem se ptala, díky čemu si myslí, že byli úspěšnější, a také jestli si myslí, že výpočty pochopili opravdu do hloubky či se je naučili mechanicky. Z těch, co byli schopni popsat, jakým způsobem výpočty pochopili, 5 studentů odpovědělo, že se se je naučili do hloubky. 2 tvrdí, že se je naučili spíše mechanicky. Studentka 12 odpověděla: „[...]dřív jsem to nechápala a bylo to nadrcené.“. Student zmiňuje, že vycházel z naučených, zapamatovaných vzorců či postupů, tj. že šlo pouze zapamatování procedur nebo faktu (Bloom, 1956), zatímco nám jde o aplikaci. 4 studenti odpověděli, že byli úspěšnější díky přípravě během kurzu a doma. Konkrétně i studentka 3 odpověděla: „[...]pomohlo mi, že to byla těžší úroveň. Byli jsme donuceni toho dělat víc. Byla to výzva pro mě.“. S tím souvisí to, jak student 4 svoji malou znalost výpočtů po střední škole odůvodnil: „[...]ale moc jsme to neprocvičovali.“. Jeden ze zkoumaných studentů byl ve výstupním testu horší než při testu vstupním, což odůvodnil tím, že podcenil přípravu. Zde můžeme vidět, že procvičování úloh opravdu napomáhá ke zlepšení. 3 studenti odpověděli, že byli úspěšnější kvůli tomu, že u nich

konečně došlo během kurzu k pochopení jednotlivých témat. Student 1 k tomuto dodal: „[...] uvědomil jsem si co v těch příkladech je potřeba.“. Dva studenti odpověděli, že byli úspěšnější proto, že posttest byl jednoduchý a byl na stejné bázi jako pretest. Zde můžeme polemizovat nad tím, zda u nich došlo opravdu ke zlepšení a proto se pro ně stal test jednoduchým, či zda se příklady z pretestu pouze mechanicky naučili a pak to využili v postestu. 2 studenti odůvodnili jejich větší úspěšnost tím, že to bylo díky probírání příkladů během kurzu více do hloubky, a další 2 uvedli zlepšení díky přístupu učitelů a celkovému podání výuky. Ke stylu výuky a důvodu úspěšnosti studentka dodala: „[...] Na hodinách jsme brali spíše základnější věci a měla jsem čas ty základy dohonit a tím bych řekla, že to bylo, každou hodinu jsme začali nejprimitivnějšíma výpočtama a to mi pomohlo dost.“. Zde můžeme vidět, že i styl výuky ovlivňuje to, jakým způsobem jsou studenti schopni řešit chemické výpočty a že opravdu některým chybí ze středních škol úplné znalostní základy.

#### **4.3.2 Jaký je efekt kurzu na jistotu studentů v řešení chemických výpočtů?**

V rozhovoru jsem se studenty řešila, jak se po kurzu zlepšila jejich jistota a jaká je příčina jejich jistoty. Všechny 12 studentů odpovědělo, že se jejich jistota zvýšila. 3 studenti pocítují zvýšenou jistotu díky zopakování všech témat. 1 student si zvýšil jistotu díky doporučených výukových videí a skript. 2 studenti odpověděli, že je to díky tomu, že na kurzu byli donuceni dělat toho více a na těžší úrovni. 2 studenti uvedli, že je to díky tomu, že to mají teď vše díky kurzu ucelenější. Na závěr, tedy 6 studentů, se shodlo na tom, že je jejich jistota vyšší díky přístupu učitelů k výuce. Přímo odpověď studentky 5: „[...]Možná i celkově ten přístup. Byli to jiný učitelé, než jaký jsem měla na střední. Šlo to víc do hloubky a učitele se nám to fakt snažili vysvětlit proč to tak je. Jejich přístup byl lepší než těch na střední.“. Také od studentky 5 máme i porovnání výuky kurzu s výukou ze střední školy. Student 8 k tomuto tématu odpověděl: „[...] asi tím jak probíhali ty hodiny a brali to od těch základů.“. Student 10 odpověděl: „[...]a hlavně nám ty příklady vysvětlovali, jak se to počítá.“. Studentka 11 uvedla jako důvod její zvětšené jistoty: „[...]pomohlo to, že ty výpočty z chemických rovnic se vzali v klidu, a když jsem se sekla já nebo někdo jiný, tak se ten příklad vzal znova krok po kroku.“. Z odpovědí studentů můžeme vidět, že způsob výuky a přístup učitele ovlivňuje i sebedůvěru studentů v řešení a celkově jejich pohled na daná témata.

### 4.3.3 Co pomáhá ke zlepšení schopnosti řešit chemické výpočty?

Jak můžeme vidět v předchozí kapitole, studentům ke zlepšení kurz dopomohl tím, že se výpočty zabývali více do hloubky a docházelo díky tomu k většímu pochopení jednotlivých témat. Výhodou bylo, že to nebylo pouze strohé dosazování do vzorečků. Celkově se jednalo o kvalitnější přípravu. Čím více se člověk věnuje jak domácí přípravě, tak té ve škole, tím více se nám učivo uceluje. Další důležitou věcí je pochopení těch jednotlivých témat, vědět, co počítám a proč. Nepochopení jednotlivých témat a pojmů právě i dle již zmiňovaného výzkumu Gabela a Sherwooda (1984) v teoretických východiscích je příčinou malé úspěšnosti studentů v chemických výpočtech. Pochopení pojmů je tedy další důležitý krok k lepší úspěšnosti. Studenti v rozhovorech také často zmiňovali, že na jejich jistotu či schopnost řešení výpočtů má také způsob a rozvržení tohoto tematického celku. Odpověď studentky 11 související s tímto tématem: „[...] tím, že jsme to ve třetíku jeli celý seminář, tak mě to spíše odradilo.“. Většina studentů viděla chemické výpočty v prvním ročníku. Studentka 2 dodává: „A pak jsme to vše dělali v maturitním semináři.“. V RVP G (2009), ve zkoumaných školních vzdělávacích plánech a i v odpovědích studentů k tomuto tématu můžeme pozorovat, že se výpočty opravdu většinou berou nahuštěně pouze v jednom konkrétním období, případně se k tomuto učivu dostávají někteří třeba až v maturitním semináři. Po kurzu někteří studenti svoji větší sebedůvěru a úspěšnost v řešení chemických výpočtů přisuzovali právě rozvržení témat. Studentka 7 odpověděla: „[...] Já bych řekla, že jo, jak na to byl celý předmět a nebyl tak random naházený do hodin jak na střední, tak to teď ta moje schopnost je ucelenější.“. Student 8: „[...] témata jsme brali znovu a blíž u sebe, tak to mám víc v paměti.“. Špatné rozvržení témat, například do krátkého časového úseku, může nejen vést dle odpovědí studentů k jejich nižší úspěšnosti, ale i dle výzkumu Švandové a Kubiátka (2012) vede k menší oblibě tohoto tématu. Určitě je tedy třeba myslet při výuce chemických výpočtů i na to, že časové rozložení tohoto tématu může ovlivňovat jejich schopnost a postoj k němu.

#### 4.3.3.1 V čem tedy studenti nejvíce chybovali?

V teoretické části této práce jsem se zabývala tím, co nám již výzkum říká o výpočtech. Konkrétně jsem se zabývala tím, kvůli čemu studenti nejsou v jejich řešení tolik úspěšní. Bylo uvedeno několik variant: studenti nemají logické myšlení, prostě neumí číst s porozuměním či se potýkají s neznalostí matematiky (Leopold & Edgar (2008); Mazurek (2011)). V obou

testech (jak ve vstupním, tak ve výstupním testu) převládala jako chyba neznalost vzorce. Další nejčastější chybou bylo, že studenti sice vzorec uvedli, ale ztroskotali nad tím, že už s ním dál nedokázali pracovat. Kdybychom se podívali na nějaké typy příkladů, tak konkrétně ve vstupním testu u úloh s výpočty z chemických rovnic studenti nevypočítali správně příklad, jelikož nedokázali vyčíslit rovnici (tato chyba se u výstupního testu vyskytla pouze u jednoho řešitele). U příkladů pH v obou testech často řešitelé zapomněli zohlednit dvojsytnost kyseliny. Dle Mazurka (2011) mezi nejčastější početní chyby patří chyby řazené mezi numerické, nesprávný postup či úvaha, špatné dosazení do vzorce či uvedení nesprávného vzorce. Z malého zkoumaného vzorku mé diplomové práce se celkově jeví, že za neúspěšností nestojí až tak moc numerické chyby, ale většinou neznalost vzorců potřebných k řešení dané úlohy, ale také neschopnost s nimi dále pracovat (což může také souviset s neznalostí matematického tématu, konkrétně s matematickou operací týkající se vyjadřování ze vzorce), či vzorec sice znají, ale nevědí, jak do něj jednotlivé hodnoty ze zadání dosadit. Celkově se nám ale jeví, že matematické dovednosti nebyly jedinou klíčovou příčinou neúspěšnosti, stejně jako uvedli Scott (2012) a Rusek (2021) ve svých studiích. Další příčinou menší úspěšnosti studentů či vybavenosti může být i dle Maciejowské (2009) to, že žáci ještě při probírání chemických výpočtů na základní škole a střední škole nemají potřebné znalosti z matematiky. Ze zkoumaných školních vzdělávacích plánů základních škol a středních škol, ze kterých přišli zkoumaní studenti, se nám tento problém dle rozložení témat v ŠVP nevyskytuje a tito žáci by již měli mít potřebné znalosti k výpočtům z chemie. Samozřejmě realita ve školách pak může být jiná.

#### **4.4 Jak hodnotí kurz studenti?**

Hodnocení studentů bylo již přibliženo uvedenými odpověďmi. Je potřeba zmínit, že je důležité, aby předměty/kurzy na vysoké škole zvyšovaly především znalosti, schopnosti a dovednosti studentů. Získané odpovědi ale naznačují i zvýšení oblíbenosti tématu studenty. Součástí rozhovoru byla i otázka směřovaná na oblíbenost chemických výpočtů. Otázka byla směřovaná na oblíbenost výpočtů celkově, a to jak před kurzem, tak po kurzu. Opět měli hodnotit na škále od 1–5 (1 – nebaví, 5 – baví mě moc). Dva studenti odpověděli, že je výpočty baví na škále mezi 2–3. Dva studenti uvedli, že je to takový zlatý střed, tak na 3. Pět studentů oblíbenost hodnotilo na 4. Jeden hodnotil v rozmezí 4–5 a dva studenti uvedli, že je baví moc, tedy na 5.

Více jak půlka z dotazovaných 12 studentů se spíše blížila více k tomu, že je chemické výpočty baví. Dva studenti k jejich malé oblibě dodali, že je nebaví kvůli tomu, že u nich na střední škole nedošlo k jejich pochopení. Dva studenti odůvodnili jejich oblibu kvůli tomu, že jim přijdou zajímavé a důležité a 1 uvedl, že je to kvůli tomu, že mu jdou. Důvod obliby výpočtů nejvíce studentů přisuzovalo dobrému vyučujícímu a přístupu, a to především konkrétně po kurzu *Chemické výpočty*. Student 3 a jeho vyjádření k oblibě chemických výpočtů: „[...]Bavili mě i na gymplu, byla super vyučující. Ohledně těch na fakultě, ty mě taky bavily.“. Studentka 12: „[...] já si myslím, že mě začali víc bavit na vysoké škole.“. Studentka 9: „[...] Nebaví mě kvůli té střední, byl tam blbý přístup. Ale tady mě už víc bavily, na vejšce se to zlepšilo.“. Studentka 4 také měla vysokou oblibu a uvedu přímo její odpověď, kdy ji výpočty začaly bavit: „[...] Hlavně teď na Vysoké škole kvůli přístupu učitelů.“. Student 1 k oblibě dodal: „[...] Tak já si myslím, že mě baví. Prvotně jsem k tomu přistupoval s nechutí, učila nás to na střední jedna ženská z VŠCHT. Byl to brutální přístup a teď jsem byl rád za ten přátelský.“. Z odpovědi studenta 1 můžeme vidět, že ne vždy se vyplatí přísný přístup plný drilování, ale k lepším výsledkům mnohem více napomáhá přátelštější přístup učitele. Z odpovědí studentů nám plyne, že kurz *Chemické výpočty* u nich dominoval v dobrém přístupu učitelů. Můžeme vidět, že tento přístup i zvyšuje oblibu tohoto jinak ne tolik oblíbeného tematického celku studentů ze středních škol.

Celkově se domnívám, že kurz *Chemické výpočty*, byl jak podle výsledků výstupního testu, tak dle odpovědí studentů v rozhovorech pro studenty přínosný. Přínosem nebylo pouze prohloubení znalostí, ale i zlepšení postojů studentů k tomuto tématu, a to především díky skvělé atmosféře výuky, její formy a díky dobrému a přátelskému přístupu vedoucích tohoto kurzu. Studenty kurz bavil. Někteří i v rozhovorech zmínili, že právě díky tomuto kurzu na vysoké škole je teprve chemické výpočty začaly bavit.

## Závěr

Zkoumaný vzorek této diplomové práce samozřejmě neumožňuje generalizaci výsledků. Studenti ovšem přicházejí z různých středních škol, a tak je obraz o efektu výuky chemických výpočtů na středních školách (měřeno schopností studentů, kteří prošli maturitou z chemie a vybrali si studium chemie) poměrně plastický. Sledování efektu vysokoškolského kurzu je navíc cestou k zamezení drop-outům, což je v současné době poměrně hojně řešené téma.

Schopnost studentů řešit chemické výpočty je různá. Z výzkumu této práce vyplývá, že shoda je v tom, že úspěšnost s ohledem na nízkou obtížnost jednotlivých úloh není vysoká. Z rozhovorů se studenty i z informací poskytnutých v pretestu (zda znají jednotlivé výpočty) vyplývá, že nejvíce studentů ze středních škol zná výpočty hmotnostního zlomku, pH a látkové koncentrace. Naopak úlohy se směšovací rovnicí příliš mnoho studentů nezná. V pretestu byli nejvíce studenti úspěšní ve výpočtech hmotnostního zlomku a látkové koncentrace – zde je tedy korelace s uváděnou výukou na střední škole – ovšem v úlohách zmiňovaného pH studenti neuspěli. V ostatních úlohách týkajících se výpočtů se směšovací rovnicí a výpočtů z chemických rovnic dosáhli studenti rovněž nedostatečných výsledků. Tomuto odpovídala i jistota studentů v hodnocení svého řešení, jelikož si průměrně nejvíce studentů bylo jisto výpočty s hmotnostním zlomkem a nejméně s výpočty s pH.

V rozhovorech se studenty jsme narazili na další příčiny malé znalosti výpočtů, podle jejich odpovědí to bylo i jejich špatné rozvržení. Ve většině zkoumaných ŠVP středních škol se celek Chemické výpočty vyskytoval pouze většinou v prvním ročníku a pak už jen v ročníku posledním, kde byl součástí maturitního semináře. Dle studentů jim toto nevyhovovalo, protože to pak neměli příliš ucelené a vždy se to vše učili během krátké časové doby. K oblibě chemických výpočtů ještě studenti v rozhovorech dodávali, že je nemají v oblibě kvůli jejich pochopení či kvůli nízkému vnímanému významu. Naopak jejich oblibu zvyšoval správný styl výuky a dobrý přístup učitele.

Jedna z hlav byla zaměřena na úspěšnost studentů v chemických výpočtech ovlivněných typem zadání (slovní či pomocí vzorců a proměnných). Z našeho zkoumaného vzorku se celkově jeví, že vliv na úspěšnost studentů typ zadání nemá. Pouze v úloze týkající se výpočtů z chemických rovnic (jak v pretestu, tak v postestu) dominovalo svou úspěšností zadání pomocí vzorců.

Z rozhovorů se studenty vychází, že studentům přijde zadání pomocí vzorců snazší, jsou si v něm jistější, a to z důvodu jednoduchosti. Rozhodně je to pro ně potom jednodušší, jelikož tyto úlohy řeší bez přemýšlení a jsou blíže praxi, kterou si osvojili na střední škole.

Poslední výzkumnou otázkou této práce byla otázka směřovaná na to, jak se mění úspěšnost studentů po absolvování kurzu *Chemické výpočty*. Studenti se zlepšili v úlohách týkajících se výpočtů pH a směšovací rovnice. U výpočtů z chemických rovnic, konkrétně u slovního zadání, nedošlo ke zlepšení vůbec, a tyto rovnice byly i nejméně úspěšnou úlohou ve výstupním testu, ovšem stále se jednalo o vyšší úspěšnost než v pretestu.

Celkově lze říci, že kurz *Chemické výpočty* pomohl ke zlepšení schopnosti studentů řešit chemické výpočty. Z rozhovorů se studenty vyplývá jejich pocit zlepšení díky pochopení výpočtů do hloubky, celkové pochopení jednotlivých témat, ale také přístupu učitelů a výuky jako celku. Z provedených rozhovorů nám vyplývá, že přístup učitelů a způsob výuky nám nejen zvyšuje schopnosti studentů, ale také jejich sebedůvěru v daných tématech.

Středním školám bych doporučila, aby se zaměřovaly nejen na zadání pomocí vzorců, ale také na zadání slovní, jelikož z provedených rozhovorů nám vyšlo, že když mají studenti zadání pomocí vzorců, tak pak vlastně ani nevědí, co počítají, a jen tedy zřejmě dosazují hodnoty ze zadání do vzorců. Přitom my přece od studentů chceme více než jen mechanickou práci. Chceme v nich probudit zájem a hlubší uvažování nad věcmi. Dále bych tu ještě chtěla ponechat myšlenku týkající se maturity z chemie, kterou jsem se tu také lehce zabývala. Víím, že tvorba a určení si typu provedení školní (profilové) maturity je na každé škole dle jejího uvážení. Jak je ale možné, že na nějakých školách nejsou chemické výpočty součástí maturity z chemie, když poté jsou třeba při přijímacích zkouškách na vysokou školu chemického zaměření? Bylo by dobré toto vzít v potaz a opravdu zajistit, aby se chemické výpočty v maturitách objevovaly více. Může to pak zvýšit i vyšší zájem o ně u studentů, díky čemuž jim poté mohou přikládat vyšší hodnotu. Je možné, že kdyby se školní maturity z chemie celkově více sjednotily, mohlo by to vést i k podobné vybavenosti studentů k dalšímu studiu.

Kurz *Chemické výpočty* je jedním z prvních kurzů, kteří studenti po absolvování střední školy či po přestoupení z jiné vysoké školy navštíví. Je důležité tedy brát na zřetel, že přicházejí z různých středních škol, někteří dokonce mohou přicházet i z vysokých škol. Je potřeba si uvědomit, že jednotliví studenti mohou mít odlišné znalosti a schopnosti. Určitě bych

doporučila kurz začínat stejně, jako se začínal tento kurz v semestru 2020/2021, a to tím, že se studentům dá vstupní test. Ten již nemusí sloužit k účelům nějaké výzkumné práce, jako tomu bylo teď, ale bude sloužit vedoucím kurzu jako přehled o tom, jak na tom s chemickými výpočty jednotliví studenti jsou. Například jak moc je ovládají do hloubky, či ba naopak je třeba vůbec neznají. Až poté by se na základě výsledků pretestu mohlo rozhodnout, jak bude předmět koncipován. Po zkoumání mého menšího vzorku studentů a vyhodnocení jejich pretestů a posttestů se mi jeví, že kurz je vhodný začít procvičováním dovednostní slovního zadání. Je to z toho důvodu, že těmto konkrétním studentům, jak nám vyplynulo především z rozhovorů, slovní zadání příliš pocitově nesedí. Vypadá to, že sice většinu výpočtů studenti ze střední školy znali, ale doporučuji se zaměřit především na úlohy s pH, kde studenti opravdu příliš neuměli při vstupním testu pracovat se vzorci a s dvojsytností kyseliny. Také je třeba se zaměřit na úlohy týkající se výpočtů z chemických rovnic, kde je potřeba se opět zaměřit na pracování se vzorci, ale také na procvičení vyčíslování rovnic. V neposlední řadě by měla být větší pozornost věnována výpočtům se směšovací rovnicí, které studenti při vstupním testu moc neovládali, dokonce je ani moc neznali. Na druhé straně máme ale výpočty týkající se výpočtu hmotnostního zlomku, látkové koncentrace, kde se tomu nemusí věnovat příliš mnoho času.

Obecně bych jak kurzu *Chemické výpočty*, tak středním školám doporučila, aby si udržovaly přátelský přístup a dobrý styl výuky, jelikož jak můžeme vidět, tak nám to potom vede nejen ke zlepšení studentů v daných tématech, ale také to vede k větší sebedůvěře a k oblibě témat u studentů. To celé právě může mít pozitivní efekt i na zvýšení jejich úspěšnosti v řešení chemických výpočtů.

## Použitá literatura

- Blažková, R. a Vaňurová, M. (2013). *Komunikační bariéry žáků při řešení slovních úloh*. Matematika v primární škole: různé cesty, rovnaké ciele, s. 38-43. Prešov: Prešovská univerzita.
- Bříza, K. (2021). Maturitní zkoušky 2022: Společná část maturitní zkoušky (SČ). *Gymnázium Jiřího z Poděbrad* [online]. [cit. 2021-10-23]. Dostupné z: <https://www.gjp.cz/upload/files/hg/mz-2022-info.pdf>
- Budiš, J. (1996). *Oblíbenost vyučovacího předmětu chemie na ZŠ*. Chemický občasník
- Čtrnáctová, H. a kol. (2013). Úroveň vybraných chemických dovedností žáků základních škol a gymnázií. *Chemické listy*. 107, 11 (2013), s. 897-905.
- Čtrnáctová, H. a M. Vasileská (2011). Výuka chemie: Státní maturita z chemie – příprava a realizace. [online]. *Chemické listy*. 105, s. 786-796. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2015\\_02\\_159-162.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2015_02_159-162.pdf)
- Denny Rita T. (1971). The mathematics skill test (MAST) for chemistry, *J. Chem. Educ.*, **48**, 845–846. Dostupné z: <https://eric.ed.gov/?id=ED089999>
- Fang, Z. a Y. Wei (2010). Improving Middle School Students' Science Literacy Through Reading Infusion. *The Journal of Educational Research*, **103**(4), 262-273. Dostupné z: doi:10.1080/00220670903383051
- Gabel D. a Sherwood R. (1984), Analysing difficulties with mole concept tasks by using familiar analogue tasks, *J. Res. Sci. Teach.*, **21**(8), 843–851. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/tea.3660210808>
- Gay, L. R. (1980). *Educational Evaluation & Measurement: Competencies for analysis and application*. CE Merrill Publishing Company. ISBN neuvedeno.
- Gelová, E. (2017). *Výpočty ve výuce chemie (tvorba zajímavých úloh)*. Brno. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Fakulta pedagogická. Vedoucí práce Eva Trnová.
- Hendl, J. (2016). *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace*. Čtvrté, přepracované a rozšířené vydání. Praha: Portál. ISBN 978-80-262-0982-9.

Höffer, G. a Svoboda, E. (2005). *Některé výsledky celostátního výzkumu: Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky*. Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2. ISBN neuvedeno.

Hofmann, Viktor a kol. (1971). *Obecná didaktika chemie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. ISBN neuvedeno.

Horčic, P. (2021). Struktura písemné maturitní zkoušky z chemie pro školní rok 2021/2022. *Gymnázium a jazyková škola s právem na státní jazykové zkoušky Zlín* [online]. [cit. 2021-10-23]. Dostupné z: <http://gjszlin.cz/gztgm/dokumenty/maturita/2021-2022/che-struktura-pisemne-zkousky.pdf>

Houfková, J. (2012). Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti. *Česká školní inspekce* [online]. [cit. 2021-10-23]. Dostupné z: <http://fyzweb.cz/materialy/vlachovice/2013/materialy/houfkova/c-houfkova-ulohy.pdf>

Chemie (Maturita – profilová část): Maturitní otázky z chemie (2021). *Gymnázium Boženy Němcové* [online]. [cit. 2021-10-23]. Dostupné z: <https://www.gybon.cz/maturita-profilova-cast/chemie-maturita-profilova-cast/>

Chráska, M. (2016). *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. 2., aktualizované vydání. Praha: Grada. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-5326-3.

Johnstone, A. H. (2001). Can problem solving be taught. *University Chemistry Education*, 5(2), 12-18. Dostupné z: DOI:10.1039/B5RP90021B.

Katalog požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky - Chemie: č. j. 3249/2008-2/CERMAT (2008). *Cermat* [online]. [cit. 2021-12-03]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/852531-Katalog-pozadavku-zkousek-spolecne-casti-maturitni-zkousky-centrum-pro-zjistovani-vysledku-vzdelavani.html>

Koršňáková, P. a kol. (2009). *Čitateľská gramotnosť slovenských žiakov v medzinárodnom porovnaní - výsledky štúdie OECD PISA*. In: Stav a rozvoj funkčnej gramotnosti: Matematická a čitateľská gramotnosť. Bratislava: NÚCEM, s. 17-27. ISBN 978-80-89225-46-0.

Lazonby, J. a kol. (1982). The muddlesome mole. *Educ. Chem.*, **19**, 109–111. Dostupné z: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED278545.pdf>

LE-CHAJIM MASKILIM: Školní vzdělávací program pro osmileté gymnázium. Zpracován podle RVP ZŠ A RVP G (2015). *Lauderovy školy* [online]. Praha [cit. 2021-10-23].

Dostupné z: [https://www.lauder.cz/docs/svp\\_g8\\_2018\\_1517765217.pdf](https://www.lauder.cz/docs/svp_g8_2018_1517765217.pdf)

LE-CHAJIM TOVIM: Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání. Zpracován podle RVP ZV (2016). *Lauderovy školy* [online]. Praha [cit. 2021-10-23]. Dostupné z:

[https://www.lauder.cz/docs/svp\\_zs\\_2018\\_1517765235.pdf](https://www.lauder.cz/docs/svp_zs_2018_1517765235.pdf)

Leopold, D. G., a Edgar, B. (2008). Degree of mathematics fluency and success in second-semester introductory chemistry. *Journal of Chemical Education*, **85**(5), 724-731. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/ed085p724>

Maciejowska, I. (2009). Calculations in chemistry: permanent problem of students and their teachers. *Gamtamokslinis Ugdyimas/ Natural Science Education*, **6** (3 (26)). Dostupné z:

<http://oaji.net/articles/2014/514-1394533215.pdf>

Maturitní zkouška z chemie pro školní rok 2020/2021(2021). *Gymnázium Jana Keplera* [online]. [cit. 2021-10-23]. Dostupné z: <https://gjk.cz/chemie-maturita-2020-2021-2/>

Mazurek, J. (2011). *Čas vypršel, sbíráme!, aneb, Jak (ne)chybovat v matematice*. Brno: Tribun EU. Knihovnicka.cz. ISBN 978-80-263-0030-4.

Najvarová, V. (2008). Výzkum čtenářských strategií žáků 1. stupně základní školy. In: *Pedagogický výzkum jako podpora proměny současné školy*. Hradec Králové: Gaudeamus, s. 461–468.

Obande M. (2003). *Sex differences in the study of stoichiometry among secondary school students in Makurdi, Local Government*. An unpublished PGDE Project BSU Makurdi. ISBN neuváděno.

Pachmann, E. (1986). *Speciální didaktika chemie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. ISBN neuváděno.

- Pelikán, J. (1998). *Základy empirického výzkumu pedagogických jevů*. Praha: Karolinum, 1998. ISBN neuvedeno.
- Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání: 28 – 52 – H/01 Chemik (nedat.). *MŠMT* [online]. [cit. 2021-10-23]. Dostupné z: <http://zpd.nuov.cz/RVP/H/RVP%202852H01%20Chemik.pdf>
- Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání: 28-44-M/01 Aplikovaná chemie (2007). *MŠMT* [online]. [cit. 2021-10-23]. Dostupné z: <http://zpd.nuov.cz/RVP/ML/RVP%202844M01%20Aplikovana%20chemie.pdf>
- Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání: 78-42-M/05 Přírodovědné lyceum (2009). *MŠMT* [online]. [cit. 2021-10-23]. Dostupné z: [http://zpd.nuov.cz/RVP\\_3\\_vlna/RVP%207842M05%20Prirodovedne%20lyceum.pdf](http://zpd.nuov.cz/RVP_3_vlna/RVP%207842M05%20Prirodovedne%20lyceum.pdf)
- Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (2017). *Národní ústav pro vzdělávání* [online]. [cit. 2021-10-23]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/file/4986/>
- Rámcovým vzdělávacím programem pro gymnázia (2007). *Národní ústav pro vzdělávání* [online]. [cit. 2021-10-23]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/file/159>
- Reichel, J. (2009). *Kapitoly metodologie sociálních výzkumů*. Praha: Grada. Sociologie (Grada). ISBN 9788024730066.
- Režňák, J. (2019). *Chemické výpočty v kontextu reálného života na základní a střední škole*. Praha. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Čtrnáctová, Hana.
- Rusek, M. (2014). Standardy základního vzdělávání pro výuku chemie.[online]. *Pedagogika*, (4), 422-428.
- Rusek, M. (2016). Chemical calculations: A necessary evil or an important part of chemistry education? In D. Rychtarikova, D. Szarkova & L. Balko (Eds.), *APLIMAT 2016 - 15th Conference on Applied Mathematics 2016, Proceedings*, 978-986. Bratislava.
- Rusek, M. a kol. (2021). An Investigation into Freshman Chemistry Teacher Students' Difficulty in Performing Chemistry Calculations. M. Nodzynska (Ed.), *Scientific Thinking*

in *Chemical Education*, 61-68. Pedagogical University of Kraków.

<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14416.33284>

Rusek, M. (2013b). *Výzkum postojů žáků středních škol k výuce chemie na základních školách*. Praha. Dizertační práce. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Oddělení pro vědeckou činnost.

Rychtera, J. a kol. (2020). Kritická místa kurikula chemie na 2. stupni základní školy I. *Vědecká redakce Západočeské univerzity v Plzni* [online]. Plzeň [cit. 2021-10-23].

Dostupné z:

[https://www.google.com/search?q=Rychtera%2C+J.+a+kol.+\(2020\).+Kritick%C3%A1+m%C3%ADsta+kurikula+chemie+na+2.+stupni+z%C3%A1kladn%C3%AD+%C5%A1koly+I.+Z%C3%A1pado%C4%8Desk%C3%A1+univerzita+v+Plzni&oq=Rychtera%2C+J.+a+kol.+\(2020\).+Kritick%C3%A1+m%C3%ADsta+kurikula+chemie+na+2.+stupni+z%C3%A1kladn%C3%AD+%C5%A1koly+I.+Z%C3%A1pado%C4%8Desk%C3%A1+univerzita+v+Plzni&aqs=chrome..69i57.547j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Rychtera%2C+J.+a+kol.+(2020).+Kritick%C3%A1+m%C3%ADsta+kurikula+chemie+na+2.+stupni+z%C3%A1kladn%C3%AD+%C5%A1koly+I.+Z%C3%A1pado%C4%8Desk%C3%A1+univerzita+v+Plzni&oq=Rychtera%2C+J.+a+kol.+(2020).+Kritick%C3%A1+m%C3%ADsta+kurikula+chemie+na+2.+stupni+z%C3%A1kladn%C3%AD+%C5%A1koly+I.+Z%C3%A1pado%C4%8Desk%C3%A1+univerzita+v+Plzni&aqs=chrome..69i57.547j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

Scott, F. J. (2012). Is mathematics to blame? An investigation into high school students' difficulty in performing calculations in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, **13**(3), 330-336.

Scott, F. J. (2014). A simulated peer-assessment approach to improving student performance in chemical calculations. *Chemistry Education Research and Practice*, **15**(4), 568-575.

Siváková, M. a kol. (2018). *Rozvíjanie kompetencií žiakov prostredníctvom učebných úloh z chémie*. Bratislava: Štátny pedagogický ústav. ISBN 978-80-8118-215-0.

Strakova, J. a J. Simonova (2020). *Vztah akademické marnosti a výsledků žáků: různé mechanismy pro matematiku a čtenářskou gramotnost*. ResearchGate, **25**(3), 43. Dostupné z: doi:DOI:10.5817/SP2020-3-2

Šíma, F. (2013). *Matematizace reálných situací a slovní úlohy*. Olomouc. Dizertační práce. Univerzita Palackého v Olomouci.

Škoda, J. (2003). *Od chemofobie k respektování chemizace*. Praha. Disertační práce. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.

Školní vzdělávací program (2016). *ŠVP Přírodovědné lyceum* [online]. [cit. 2021-12-03]. Dostupné z: [https://www.spschbr.cz/user/data/data/svp/SVP\\_PrL\\_2016.pdf](https://www.spschbr.cz/user/data/data/svp/SVP_PrL_2016.pdf)

Školní vzdělávací program Aplikovaná chemie: 28-44-M/01 (2018). *Educhem: Střední škola EDUCHEM* [online]. Meziboří [cit. 2021-12-03]. Dostupné z: <https://educhem.cz/wp-content/uploads/2018/12/%C5%A0VP-Aplikovan%C3%A1-chemie.pdf>

Školní vzdělávací program Č.j.: 680/08/06 a CJ\_GNS 00613/2008, CJ\_GNS 01007/2013 (2013). *Gymnázium, Nad Štolou I* [online]. Praha [cit. 2021-10-23]. Dostupné z: <https://www.gymstola.cz/images/docs/svp/svp2020.v3.pdf>

Školní vzdělávací program Gymnázia Lovosice (2018). *Gymnázium Lovosice* [online]. Lovosice [cit. 2021-10-23]. Dostupné z: [https://gymlovo.cz/images/dokument2020/vedeni2021/SVP\\_Gymnazium\\_Lovosice\\_od\\_1\\_10\\_\\_2020m.pdf](https://gymlovo.cz/images/dokument2020/vedeni2021/SVP_Gymnazium_Lovosice_od_1_10__2020m.pdf)

Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání ZŠ Jeseniova (2013). *ŠVP, ZŠ Jeseniova* [online]. Praha [cit. 2021-10-23]. Dostupné z: <http://zsjeseniova.cz/wp-content/uploads/2014/01/%C5%A0vP-Z%C5%A0-Jeseniova.pdf>

Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání Základní školy u Říčanského lesa, Školní 2400/4, Říčany, okres Praha – Východ: „Krok za krokem“ Č.j.: 234/ZŠ/2010 (2010). *Říčany Základní škola* [online]. Praha [cit. 2021-10-23]. Dostupné z: <https://www.zs.ricany.cz/images/Dokumenty/svp.pdf>

Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání: 79-01-C/01 Základní škola (2013). *Základní škola Brno, Pavlovská 16, příspěvková organizace* [online]. Praha [cit. 2021-10-23]. Dostupné z: <http://www.zspavlovska.cz/download/svp/2013/svp-2013.pdf>

Školní vzdělávací program: „Školní vzdělávací program pro vyšší gymnázium“ ŠVP VG (2017). *Gymnázium Jiřího z Poděbrad* [online]. Praha [cit. 2021-10-23]. Dostupné z: <https://www.gjp.cz/upload/files/hg/svp-vg-2017.pdf>

Švandová, K., a Kubiátko, M. (2012). Faktory ovlivňující postoje studentů gymnázií k vyučovacím předmětům chemie. *Scientia in educatione*, **3**(2), 65-78.

Švaříček, R. a K. Šedřová (2014). *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Vyd. 2. Praha: Portál. ISBN 978-80-262-0644-6.

Témata pro ústní zkoušku profilové části MZ: Chemie (2021). *Gymnázium Lovosice* [online]. [cit. 2021-10-23]. Dostupné z:  
[https://www.gymlovo.cz/images/dokument2021/maturity/Ch\\_MZ\\_2022\\_profilova.pdf](https://www.gymlovo.cz/images/dokument2021/maturity/Ch_MZ_2022_profilova.pdf)

Trnová, E. a kol. (2013). *Dovednosti žáků ve výuce biologie, geografie a chemie*. Praha: Nakladatelství P3K. ISBN 978-80-87343-24-1.

Trnová, E. (2013). *Chemické výpočty ve školních vzdělávacích programech: Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie*. Brno, s. 279-284. Masarykova univerzita.

Vaňková, B. (2017). *Využití matematických výpočtů v učivu chemie na ZŠ*. Brno. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Irena Budínová.

Zormanová, L. (2014). *Obecná didaktika: pro studium a praxi*. Praha: Grada. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-4590-9.

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Ukázka vyhodnocování testu.....	33
--	----

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Znalost jednotlivých příkladů .....	37
Tabulka 2: Jistota studentů u jednotlivých příkladů v pretestu .....	38
Tabulka 3: Rozdíly mezi jednotlivými příklady vstupního testu .....	42
Tabulka 4: Rozdíly mezi typem zadání (pretest i posttest) .....	43
Tabulka 5: Rozdíly mezi jednotlivými příklady výstupního testu.....	47
Tabulka 6: Rozdíly mezi pretestem a posttestem u týchž typů příkladů – souhrnně.....	48
Tabulka 7: Rozdíly mezi prestem a posttestem dle typu zadání.....	49
Tabulka 8: Jistota studentů v posttestu.....	49

## Seznam grafů

Graf 1: Úspěšnost jednotlivých výpočtů v pretestu.....	41
Graf 2: Celková úspěšnost jednotlivých úloh v posttestu .....	45
Graf 3: Celkové úspěšnosti jednotlivých typů příkladů v pretestu a posttestu.....	48

## **Seznam příloh**

Příloha 1- Přepisy rozhovorů